Allgemeine und spezielle Pathologie der Person

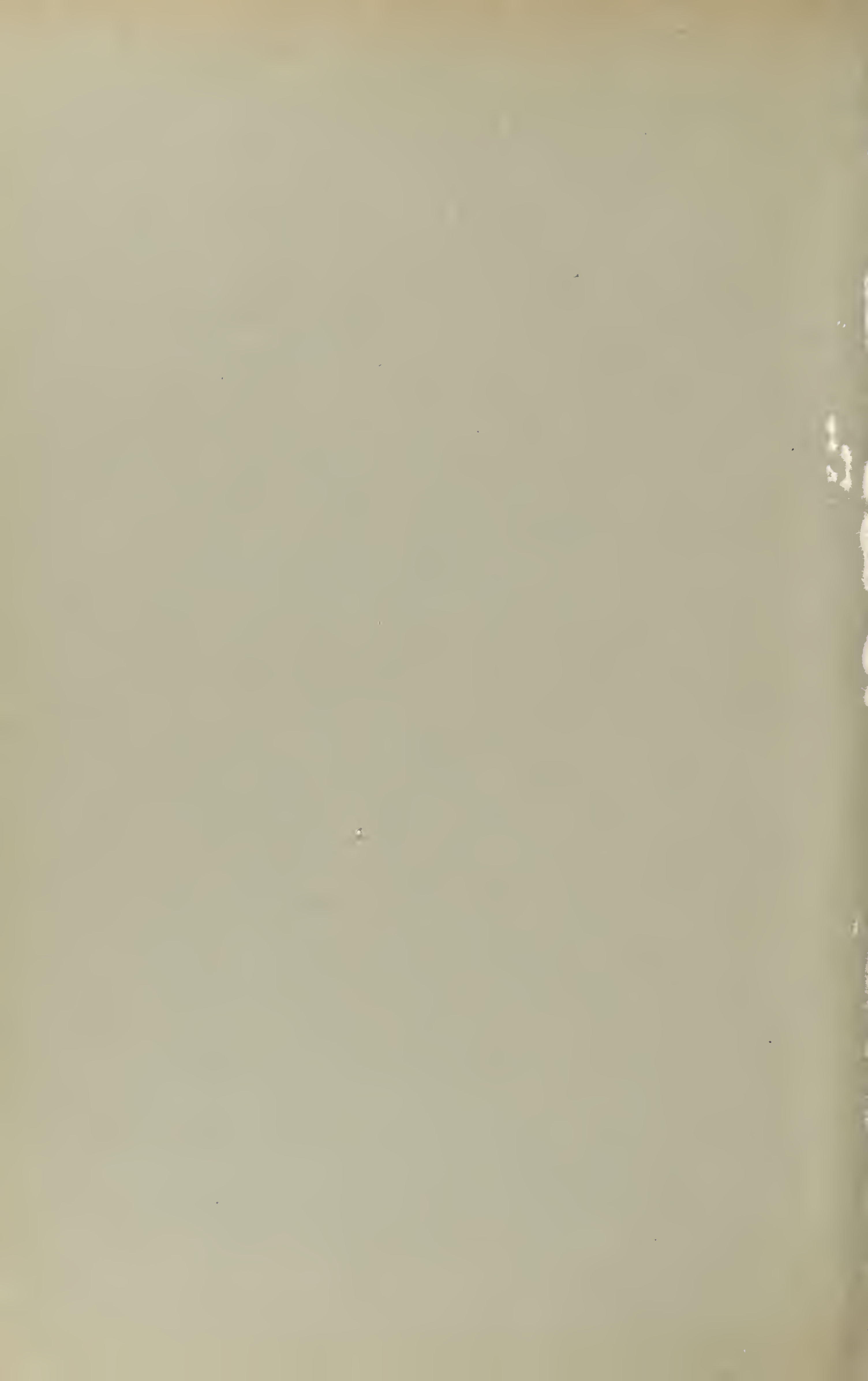
Klinische Syzygiologie

von

Fr. Kraus

Allgemeiner Teil

Leipzig
Verlag von Georg Thieme.



Die allgemeine und spezielle Pathologie der Person

Klinische Syzygiologie

Nach gehaltenen Vorlesungen

von

Prof. **Fr. Kraus**
(Berlin)

Allgemeiner Teil

Leipzig 1919 . Georg Thieme

Meinem Freunde

Gabriel Anton, Halle a. S.

Vorwort.

Wenn ich meine Schüler auf dem hier in Betracht kommenden ausgedehnten Gebiet, das überall unzweifelhaft auch uns Internisten angeht, abwechselnd entwicklungsgeschichtlich, morphologisch, experimentell, psychologisch und speziell klinisch zu orientieren bemüht bin, werden zunächst Viele mich gar nicht für befähigt erklären, „nebenamtlich" in allen einschlägigen Dingen ein Urteil abzugeben.

Demgegenüber kann ich nur darauf hinweisen, daß Gedankengänge und praktische Bestrebungen, welche diesen Gegenstand erschöpfen wollen, über die engen Schranken einer Spezialität sich erheben müssen. Schon Cl. Bernard sagte, er sei überzeugt, es werde einst eine Zeit kommen, wo der Physiologe, der Philosoph und der Dichter dieselbe Sprache reden und sich Alle verstehen werden. Vielleicht entschuldigt dies meinen Versuch, in eine pathologische Synthese der menschlichen Persönlichkeit und Individualität konvergente Denkweisen scheinbar weit auseinanderliegender Wissenschaften mit hereinzuziehen.

Übrigens hat sich gerade die pathologische Methode auch ihrerseits als nützliches analysierendes Hilfsmittel für andere Disziplinen bewährt; viele vitale und besonders auch psychische Erscheinungen werden hinsichtlich des Vorhandenseins und ihrer Bedeutung erst in helles Licht gerückt, wenn krankhafte Zustände verändernd einwirken.

Andere wieder werden synthetische Versuche (d. h. im Gegensatz zu regressiven, von den Folgen auf die Gründe zurückgehenden analytischen diejenigen Denkweisen, welche progressiv von einem ersten Prinzip zu den äußersten Folgerungen fortschreiten) in der Pathologie überhaupt bemängeln. Obwohl die Einheitlichkeit des Organismus gerade in den einschlägigen Fragen stark hervortritt, halten sich die meisten Kliniker entweder auch hier lediglich an die zellularpathologische Doktrin, welche natürlich auch ich in ihrer Bedeutung vollkommen zu schätzen weiß, wenn ich auch wesentliche Ergänzungen der Grundsätze unserer allgemein-pathologischen Anschauungen für unbedingt nötig finde. Oder sie lehnen es überhaupt ab, die pathologischen Tatsachen noch weiterhin unter große Gesichtspunkte zusammenzufassen und ihrer Erforschung bestimmte methodologische Richtungen zu geben. Denn die beschränkten biologischen, naturwissenschaftlichen usw. Kenntnisse des Einzelnen können nur eine vorläufige Arbeit mit vielen Unrichtigkeiten liefern. Zur ersten Orientierung sind ferner vielfach mehr oder weniger fiktive Vorstellungsgebilde (neglektive, schematische, analogische u. a.) nötig. Endlich müssen sich alle Versuche, wie ja auch der folgende, zu sehr auf einen wissenschaftlichen Apparat stützen, der vielfach aus fremder Druckerschwärze, oft noch dazu zweiter Hand, und eigenem Schreibmaterial

besteht. In letzterer Beziehung kann ich nur im vorhinein sagen: sämtliche hier angeführten Tatsachen und Lehrmeinungen sind dem Kreise der Fachgenossen und darüber hinaus bekannt. Mir kommt es nur auf die Zwecke an, für welche sie zusammengetragen sind. Auch aus den hier und da zusammengewürfelten Disziplinen wird das eigentliche Thema doch wohl immer sich abtrennen lassen. Die vielen sinn- und meist wortgetreuen Zitate wollen die Originale nicht ersetzen, sondern zu deren Studium anregen. So brauche ich schließlich erst gar nicht die vollständige Anspruchslosigkeit der nachstehenden Ausführungen, resp. ihren ausschließlich referierenden, lehrhaften Charakter zu betonen.

Wenn ich von klinischer, also gerade diesbezüglich autorisierter Seite, einmal auch den Organismusstandpunkt und die Individuation konsequent durchzuführen versucht habe, werden andere ebenso berechtigte Gesichtspunkte, wie z. B. der lokalistische und zelluläre, nur ins richtige Licht gesetzt. Gehen selbst in der heutigen Physik noch drei verschiedenartige allgemeine Theorien nebeneinander (Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik), kann umso weniger die Biologie und Pathologie von einer einzigen führenden Idee abhängig gemacht werden.

Fremd stehe ich der wissenschaftlichen Entwicklung des Gegenstandes nicht gegenüber. Seit vielen Jahren beschäftigen mich generelle und synthetische Pathologie sowie spezielle individual-personale und konstitutionelle Krankheitszustände und deren Stellung im nosologischen System. Wiederholt habe ich, z. T. auf Grund eigener experimenteller und klinischer Untersuchungen, diesen Teil der Klinik nach einem, wie ich glaube, möglichst umfassenden Plan in Spezialvorlesungen behandelt.

Inhalt und Form der erwähnten einschlägigen klinischen Vorträge haben sich begreiflicherweise im Laufe der Zeit verschiedentlich geändert. Trotzdem hoffe ich, daß die Vorlesungen auch jetzt ein eher gewachsenes Interesse für meine vielen einstigen Hörer haben, weil sie seither Kollegen in der Praxis geworden sind. Denn hier muß vom weitestreichenden internistischen Standpunkt auf sonst überhaupt kaum oder doch zu wenig im konkreten Zusammenhang beachtete Fragen eingegangen werden, welche womöglich noch tiefer die ärztliche Kunst, als die medizinische Wissenschaft berühren.

Ich habe versucht, aus Vorträgen eine lesbare Abhandlung zu machen. Eher eine Studie als ein Lehrbuch. Ein Buch, wenn schon fast nur überliefernd und nicht originell, doch keine farblose Kompilation ohne Stellungnahme, sondern, wenigstens nach Vermögen, auch selbst persönlich.

Der spezielle praktische Teil wird möglichst rasch folgen.

Berlin, 31. Mai 1918.

F. Kraus.

Inhalt.

Allgemeiner Teil.

Einleitung.

Organisationsprinzipien.

Seite

Allgemeiner Teil.



Einleitung.

A. Unbefriedigendes in der derzeitigen nosologischen Systematik. Eigener Standpunkt.

Einheit und Ganzheit des Organismus in funktionellem Sinne.

1. Wenigstens in einer bestimmten Beziehung kann die jetzige nosologische Systematik nicht voll befriedigen. Dieser Mangel liegt darin, daß die heutige klinische Pathologie nicht in der richtigen Weise aus evolutionistischen, syzygiologischen und funktionellen Gesichtspunkten die Einheit und Ganzheit des Organismus, die genotypische Konstitution ebenso wie die phänotypische Integration, überhaupt das Personal-Individuelle berücksichtigt. Für die Klinik bedeutet dies einen Rest von Unselbständigkeit.

Man denke z. B. an den Fall des kümmernden Hochwuchses zur Zeit des stärksten Wachstums. Je nach den momentan vorwiegenden Symptomen beachtet man herkömmlich die oder jene spezielle Organschwäche (des Herzens, des Magens usw.), sieht kaum, was diese Einzelheiten verbindet, unterscheidet nicht zwischen dem Kümmern und dem Hochwuchs, nimmt wenig Bedacht auf die eigenartigen psychischen Dispositionen solcher Individuen. Ohne das funktionelle Wachstum dieser Menschen richtig zu fördern, verurteilt man sie nicht selten zu übertriebener Schonung oder man steckt sie wiederum in einen Beruf, dem sie physisch nicht gewachsen sind, überläßt sie einem unüberwachten Sport u. dgl. mehr.

Klassifikation in der inneren Medizin.

2. Die Klassifikation in der inneren Medizin kann und soll praktisch sein: ätiologisch, symptomatologisch (mit besonderer Berücksichtigung der Verlaufsweise, des Ausgangs, der Erblichkeit, der Beziehung zu gewissen Lebensaltern, zum „physiologischen Zustand" usw.), prognostisch (wir haben es nötig zu wissen, z. B. ob der Kranke einen Krieg, die Patientin eine Gravidität aushält usw.) und funktionell.

Funktionelle Denk-, Diagnostizier- und Behandlungsweise.

Ärztliches Denken ist so alt wie die Menschheit, ärztliches Tun noch älter. Triebmäßiges Handeln eilt allem Denken voraus. Bereits bei Tieren sind (reflektorische und triebartige) Heilbestrebungen zu finden. Der Gorilla stopft Speerwunden nach Ausziehen der Waffe mit Blättern zu. Affen entfernen einander eingespießte Dornen, suchen sich die Hautparasiten ab usw. Das vom primitiven Menschen vielgeübte Aussaugen der Krankheit aus dem Körper ist nichts viel anderes als das Lecken wunder Stellen bei den Tieren[1]).

[1]) Vgl. R. Hofschläger: Über den Ursprung der Heilmethoden; Festschrift zum 50jährigen Bestehen des naturwissenschaftlichen Vereins Krefeld.

W. Köhler: Intelligenzprüfungen an Anthropoiden. Kgl. preuß. Akad. der Wissenschaften 1917. Physik.-math. Kl., Nr. 1.

R. M. Yerkes: The Mental Life of Monkeys and Apes, Behav. Monogr. III, 1, 1916.

Dem triebmäßigen Handeln folgt „vulgäres" Denken, das vor allem zur Befriedigung leiblicher Notdurft angestrengt wird. Mehr als alles Andere lenkt aber die Krankheit den Intellekt auf unsern Körperzustand. Bei den Primitiven überwiegt noch heute, teilweise vielleicht in Analogie zu dem, was bei den Tieren Instinkt heißt, die sinnliche, Vieles verschmelzende Gesamtauffassung, die auf Ganzes gerichtete komplexe Vorstellung, die Erkenntnis von Dingen und dinglichen Gruppen[1]. Da andererseits die Verallgemeinerung und Vereinfachung noch wenig entwickelt ist, wird die „Welt" zwar keine chaotische Zusammenhangslosigkeit, aber es fehlt doch der Natur die Ordnung und Einheit, die vielgestaltigen Geschehnisse scheinen unberechenbar. Inhalt der vulgären psychischen Verarbeitung ist die gedankliche „Vervollständigung" einer teilweise beobachteten Tatsache[2]. Das wissenschaftliche Denken beginnt mit der Korrektur des vulgären. Aber die erwähnte gedankliche Ergänzung haben beide miteinander gemeinsam; die Vervollständigung ist durch den beobachteten Teil bestimmt. Gerichtet ist das wissenschaftliche Denken auf die Abhängigkeit der Merkmale der Tatsachen voneinander. Die analysierenden wissenschaftlichen Gedankengänge führen somit auf die Erkenntnis von Beziehungen.

Daraus ist leicht im allgemeinen ersichtlich, daß in der klinischen Pathologie eine funktionelle Betrachtungsweise die intellektuell befriedigendste sein muß: auch sie zielt auf Analyse und auf Relation. Immer muß man aber berücksichtigen, daß der Fortschritt vom primitiv-vulgären Vorstellungsleben zum wissenschaftlich analysierenden Denken auch durch gewisse Nachteile auf anderer Seite erkauft wird. In concreto sind konjunktive und disjunktive Beziehungen (Zeit, Raum, Gleichheit, Verschiedenheit, Ursache, Veränderung) ursprüngliche, wesentliche Bestandteile des inneren zusammenhängenden Flusses der Sinneserfahrungen; erst nachträglich werden sie — wie die Empfindungen auch — zu Begriffen mit besonderen Namen[3]. Das gesunde und krankhafte Leben stellt sich selbst immer als Werden, stets im Übergang dar. Es muß also doch vorteilhaft sein, wenn wir uns gerade hier recht oft zur Unmittelbarkeit der beobachteten sinnlichen Komplexe, zur zusammenhängenden Anschauung zurückwenden: immer wieder zuerst die Kontinuität der Tatsachen, erst in zweiter Linie die getrennte begriffliche Verarbeitung derselben. Keine organische Funktion und Funktionsreihe werden wir unter normalen und pathologischen finden, die, mag sie sich auch auffallend genug abheben, völlig für sich isoliert verläuft. Überall konstatieren wir ein Berühren, ein Verknüpftsein der Funktionen. Die Natur beginnt nicht mit den Elementen, mit denen wir selbst in der Biologie und Pathologie anzufangen genötigt sind. Für uns ist es allerdings ein Glück, wenn wir für gewöhnlich unseren Blick von dem überwältigenden Ganzen ablenken und auf das Einzelne richten können. Wir dürfen aber nicht versäumen, alsbald das vorläufig Unbeachtete neuerdings ergänzend und korrigierend zu untersuchen[4].

[1]) Vgl. H. Bergson: L'évolution créatrice, Paris 1907; deutsch von Bernubi, Jena 1910.
K. Th. Preuß: Geistige Kultur der Naturvölker. Samml. Natur- und Geisteswelt. Teubner, Leipzig.

[2]) Vgl. E. Mach: Erkenntnis und Irrtum. Barth, Leipzig. 2. Aufl. 1908.

[3]) Vgl. W. James: Psychologie. Deutsch v. M. Dürr. Leipzig, Quelle, 1909. Das pluralistische Universum. Deutsch von J. Goldstein. Kröner, Leipzig 1914.

[4]) Vgl. E. Mach: Mechanik in ihrer Entwicklung. Brockhaus, Leipzig. 5. Aufl. 1904.

Funktionelle Betrachtungsweise in Beziehung zu Genotypus und Vitalreihen.

3. Wenn unsere intellektuelle Aktivität sich nicht dabei beruhigt, über die Menschen ergehen zu lassen, was die Natur verhängt, muß eines der Hauptziele medizinischer Wissenschaft und Kunst darauf gerichtet sein, die Dysharmonien im Lebenszyklus des Individuums zu verbessern[1]). Krankheit, Leiden und Schmerzen überhaupt, Rudimentärbleiben von Körperteilen, allgemeines Kümmern statt voller, kräftiger Ausprägung der Charaktere und gleichmäßigen Fortschreitens, krankhaftes Alter, vorzeitiger Tod, dies alles lenkt zwingend die ärztliche Aufmerksamkeit auf die klinisch bisher zu wenig berücksichtigte somatische und psychische Entwicklung, respektive auf die einschlägigen Beziehungen der Konstituenten der Organisation untereinander, sowie zu den entsprechenden Reizkonstellationen des äußeren und inneren Mediums.

Bedeutung der Entwicklung

Sowohl die Spezies wie das Individuum Mensch stehen beständig mitten in der Weiterentwicklung. Anatomie, Anthropologie, Physiologie und exakte Erblichkeitslehre sprechen allerdings von einem „Dauer"typus[2]), was jedoch bloß für die niederen Teilsysteme zutrifft. Stellen wir uns ernstlich auf den Standpunkt der Abhängigkeit des Seelischen vom Gehirn, müssen wir ein gestaltliches und funktionelles Fortschreiten des letzteren mit dem unleugbaren fortwährenden geistigen Entwicklungsprozeß der Menschheit sowohl wie des Individuums parallel annehmen[3]). Beim Menschen erfolgt diese Entwicklung nicht bloß durch Einflußnahme der Umgebungsverhältnisse. Die Aktivität des Menschen, mit der wir uns noch eingehend zu beschäftigen haben werden, bringt ihn an die Umgebung heran, ändert die Reaktionstypen, modifiziert die Umwelt. Eine besonders große Rolle dabei spielt die Phantasie. Aber auch im organischen Sinne hört während der ganzen Individualitätsphase die Entwicklung nicht auf. Der Organismus enthält auch auf den höchsten Stufen des Lebens einen sehr großen Vorrat von Zellen, welche im Ruhezustand bleiben, bis andere abgenutzt sind und durch jene ersetzt werden müssen. Die Erneuerung von Zellen findet ununterbrochen statt (besonders in Oberhaut, Haaren, Nägeln, Verdauungskanal, Blut). R. Hesse[4]) schätzt die Lebensdauer eines roten Blutkörperchens beim Menschen auf etwa 4—5 Wochen. Die Gesamtzahl der Erythrozyten allein muß somit im Jahr etwa zehnmal, während der Lebensdauer 600—800mal erneuert werden. Die gesamte Masse der Zellen, welche im Körper des Menschen während eines Lebens von 60—70 Jahren gebildet werden, berechnet Hesse auf 16000 Billionen, die Zellen, welche den „ausgewachsenen" Menschenleib formieren (abzüglich der erwähnten „Ersatz"zellen), auf 2 Billionen.

Genotypische Konstitution. Induktion.

Der Entwicklung liegt eine arteigene, systematische Kombination von Entwicklungsansätzen (genotypisches System) zugrunde, welche Kombination, ursprünglich in Einheitlichem, mehr Homogenem manifestiert, sich nachher zu Verschiedenem „entfaltet"; der Epigenese bleibt ein reiches Feld. Es entsteht aber bei aller Itio in partes keine Feder ohne einen Vogel! Das Divergieren der Ent-

[1]) Élie Metchnikoff: Etudes sur la Nature humaine. Paris, Masson, 1904.

[2]) Vgl. Kollmann: Korrespondenzbl. dtsche. Gesellsch. Anthropol, 31. Bd., 1900.
Klaatsch: Anthropologenkongreß 1902.
W. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena, Fischer. 2. Aufl. 1913.

[3]) Vgl. J. Petzoldt: Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung. 2. Bd. Leipzig, Teubner, 1904.

[4]) R. Hesse: Tierbau und Tierleben im Zusammenhang betrachtet. II. Band. Teubner, Leipzig u. Berlin 1910.

wicklungsarbeit in Differentiation und Integration[1]), welche beiden sich in der Organisation während der Individualitätsphase das Gleichgewicht halten, beruht auf einer „Dämpfung" der anderweitigen Entwicklungsansätze in den Organen mit spezifischer Energie durch das, was wir als „Induktion im organischen System" kennen lernen werden. Es bleibt aber bei dieser von der Eigenart vollendeten Umbildung im originär einförmigen und funktionell homogenen Ganzen zum mannigfaltig Komplexeren ein Rest sämtlicher Ansätze für jegliches Geschehen des Stoff-, Energie-, Formwechsels für das Lebensgeschehen überhaupt, nicht etwa bloß in dem Fall der Notwendigkeit einer Rückkehr aus lebenshinderlichen Verschiebungen zu förderlichen Einstellungen. Die zentralste Leistung dieses Restes des originären Ganzen ist die Adoption aller eigenen früheren (physiologischen) Zustände, die Induktion (Beeinflussung) der Teile im organischen System und die fortgesetzte Entwicklungsarbeit, verbunden mit der Aufrechterhaltung eines dynamischen Gleichgewichtes in den eben genannten drei vitalen Grundvorgängen. Statische Gleichgewichte gibt es im Organismus auch (z. B. ein Wachstumsgleichgewicht), aber diese sind nicht weiter arbeitsfähig. Solange es existiert, setzt, wie wir sehen werden, das organische System in jedem Augenblick seine inneren Bedingungen mit den Kräften des Mediums ins Gleichgewicht. Parallel der Zahl und der Mannigfaltigkeit der Gleichgewichtselemente sowie der individuellen Reaktionstypen geht die Komplikation des Organismus. Dabei entsprechen die differentiierten Reihen vitalen Geschehens ebenfalls einer Dämpfung der möglichen diffusen Reaktionen des Gesamtorganismus. Die dem Artexemplar mögliche abgestufte Analyse der Reizkonstellation, die Herstellung temporärer Verbindungen zwischen Organismus und gewissen Umweltsfaktoren, die intellektuelle Beherrschung des Raums (die Erreichung von Zielen auf der ererbten Organisation nicht einfach direkt entsprechenden Umwegen) mit und ohne Werkzeug u. a. sind die Grundlagen des die organische Entwicklung fortsetzenden psychischen Lebens. Wenn das Artexemplar die ganze spezies- und individualgemäße Vergangenheit in gutem und bösem Sinne mit sich führt, beruhen darauf nicht bloß Vererbung, Altern, persönlicher Tod, sondern wiederum auch wesentliche Charaktere des Geisteslebens.

Erregung. Spencers „Definition" des Lebens.

Die allgemeinsten und charakteristischen Lebensäußerungen sind Erregung, Erregungsausgleich, Hemmung. Die Bedeutung der Konstituenten der Organisation wird gemessen durch ihre Beteiligung am Erregungsprozeß. Eine auf die allgemeine Biologie der Reizwirkungen zu begründende funktionelle Denk-, Diagnostizier- und Behandlungsweise[2]) faßt anatomischen Bau und physiologische Leistung zur Einheit zusammen und sieht in der Vereinigung der Teile zur Totalität des Organismus keine bloß räumliche formale, sondern eine solche zur Gesamtleistung des Ganzen. Sie hält sich an die auch alle krankhaften Erscheinungen mit umfassende Spencersche „Definition" des Lebens[3]) als bestimmter Kombination ungleichartiger, sowohl gleichzeitiger als aufeinanderfolgender Veränderungen im Zusammenhang mit äußeren Gleichzeitigkeiten und Folgen. Statt „erhaltungs"-, setzen wir mit Beziehung auf das früher Gesagte immer „entwicklungs"gemäß. Auch halte ich für wichtig

[1]) H. Spencer: System der synthetischen Philosophie. Bd. I. Grundlagen der Philosophie, Bd. II. Prinzipien der Biologie, I. Teil. Deutsch v. Vetter, Nägeli-Großer, 1870.

[2]) Vgl. F. Kraus: Deutsche med. Wochenschr. 1902.

[3]) H. Spencer: l. c.

Rezeptives u. spontanes Verhalten.

hinzuzufügen, daß dabei ein rezeptives und ein spontanes Verhalten (Lebensdrang) hervortreten kann, aber nicht als Gegensatz: der Organismus ist auf den höheren Stufen des tierischen Lebens niemals rein rezeptiv oder rein spontan, sondern immer beides zugleich; die aktive und passive Rolle müssen jeweils gegeneinander richtig abgegrenzt werden. Von den nach ihrer gesetzmäßigen Wechselwirkung in Betracht zu ziehenden Grundphänomenen: Erregung, Erregungsausgleich und Hemmung bildet besonders letztere einen regulierenden Faktor. Die Zusammengehörigkeit beider illustriert ein schon altes Experiment: Einwirkung des konstanten elektrischen Stromes ruft, bei Nerv und Muskel, an der Kathode Erregung, an der Anode Hemmung hervor. In concreto treffen Reize, temporäre und stete, normale und krankhafte, nie auf einen völlig passiven, in unberührtem autonomen Gleichgewicht verharrenden Organismus, resp. auf ein solches organisches Teilsystem, sondern stets auf einen durch andere äußere und innere Reize, sowie durch die Lebensbedingungen, eventuell periodisch, in Aktivität erhaltenen, mindestens auf den in Entwicklung begriffenen, im dynamischen Gleichgewicht der Aufzugs- und Abbauerscheinungen des Stoff-, Energie-, Formwechsels befindlichen Körper. Das organische System adoptiert, wie schon angedeutet, unmittelbar jeden vorausgegangenen Zustand, der letzte hält, gleichzeitig Besitzer und Besitz, alles erfaßt und eingeschlossen, was alle früheren enthalten hatten. Alle effektorischen Folgen von Erregung und Hemmung (Bewegung, Sekretion) sind ferner für sich rückwirkend auf den Zustand des Organismus, speziell auf das Nervensystem. Das gilt schon für jeden (unbedingten) Reflex, der durch den kinästhetischen Vorgang zu einem Kreisprozeß wird[1]). Das zentrale Nervensystem verteilt auch umschriebene afferente Rückwirkungen mehr oder weniger auf den ganzen Körper[2]), man denke nur z. B. an einen Schlag auf die Cornea („Erschrecken"), an die Reizerfolge nach Strychninvergiftung u. a. Auch beeinträchtigende Reizeffekte summieren sich mit schon vorhandenen zu resultierenden Erregungen, wobei die Resultante in die Richtung des dynamischen Gleichgewichtes fallen muß, wenn das Leben überhaupt fortdauert. Das, wie wir sehen werden, verschieden regulierte Gleichgewicht zwischen Differentiation und Integration im Körper macht die Reaktion mehr diffus oder mehr umschrieben. Wenn ganz allgemein Erregungen zu Erregungen hinzukommen, können die Wirkungen in den effektorischen Organen ohne Berücksichtigung der schon vorhandenen nicht verstanden werden, — der jeweilige „physiologische Zustand" ist mit ausschlaggebend.

Die funktionelle Anschauung knüpft an alle gleichzeitigen Beziehungen im Organismus an, ohne doch bloß statische Querschnittsbilder der Krankheit zu liefern und den Verlauf vernachlässigen zu müssen. Sie hat bloß daran sich zu halten, daß mit der genotypischen Konstitution (mit dem ererbten Anlagenbestand) nicht absolut stereotype äußere zuständliche und Leistungsmerkmale, sondern die Dispositionen vererbt worden sind, auf äußere Einflüsse in bestimmter Weise zu reagieren, wobei Genotypus und Reize, sowie Lebensbedingungen an sich wiederum gleich

[1]) Vgl. J. M. Baldwin: Entwicklung des Geistes. Deutsch von Ortmann. Berlin, Reuther-Reichard, 1898.

J. Pikler: Grundgesetz alles neuropsychischen Lebens. Leipzig, Barth, 1900.

[2]) Vgl. S. Exner: Entwurf einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen. Leipzig u. Wien, Deuticke, 1894.

wichtig sich herausstellen und wobei nicht das einzelne Gen, sondern der systematische Komplex der Gene wirksam ist. Sie braucht (und darf nicht brauchen) die sicher falsche Vorstellung, daß der realisierte menschliche Leib (Phänotypus) gleich einer Maschine immer nur aus einem Punkt den Anlaß zu lebendiger Tätigkeit empfängt, der Strom des Lebens ergießt sich im metazoischen Organismus nicht immer wieder aus einer ein für allemal bestimmten Stelle des Körpers: die Teile sind selbst Quellen des vitalen Prozesses, trotz der Abhängigkeit von der Nachbarschaft sind sie alle auch selbst Mittelpunkte lebendigen Geschehens. Die funktionelle Diagnostik hat deshalb nur nötig, das in der Klinik einmal gewonnene und niemals wieder aufzugebende lokalisatorische Moment zu erweitern auf gewöhnlich voneinander in Form bestimmt gestalteter und gekoppelter Reflexketten, „bedingter" Reflexe, Triebhandlungen usw. sich abhebende Aktionssysteme, auf ererbte, jedoch während der Individualitätsphase zum Teil erst gebahnte Sukzessionen, Abwicklungsreihen des sensorimotorischen Geschehens und all ihre Anfangs-, Mittel- und Verbindungsglieder in der Organisation[1]).

Vitalreihen und Ketten von solchen.

Immer müssen wir uns dabei das physiologische Grundphänomen vor Augen halten, daß alle Erregungseffekte Auslösungsvorgänge sind, nicht einfach Überleitung einer und derselben Energie von Teil zu Teil ohne Hinzukommen von anderer Energie. Immer wird deshalb gestapelter Stoff verbraucht. Ferner beruht (fast) jede konkrete Lebensäußerung auf einer Muskelaktion. „Alles was wir von unserem Nebenmenschen, sei es durch sein Benehmen in verschiedenen Lebenslagen, sei es durch das, was er spricht, durch die Äußerung von Affekten usw. erfahren können, geht durch das Medium aktiver Bewegung[2])."

Als einen gemeinsamen Grundzug jener Sukzessionen, welche den Organismus von den verschiedensten Seiten als Aktionszentrum im weitesten Wortsinn (Entwicklung und Formwechsel, Motilität, Vasomotilität, Sekretion, Gewohnheiten, zusammengesetzte Handlungen u. v. a.) zeigen, sehen wir ferner den allerdings vielfach (auch krankhaft) komplizierten Grundprozeß immer wiederkehren, welcher darin besteht, daß eine Störung erfolgt ist im — bereits erwähnten — dynamischen Gleichgewicht des vitalen (Teil-) Systems[3]), woran sich weitere Änderungen schließen, die letzteres in sein altes oder in ein anderes Gleichgewicht überführen oder überhaupt untergehen lassen.

---

[1]) Vgl. J. Loeb: Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie. Leipzig 1899; Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen, I. Bd. Leipzig, Barth, 1906.

R. Avenarius: Philosophie als Denken der Welt nach dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes; 1901. Der menschliche Weltbegriff. Leipzig 1891. Kritik der reinen Erfahrung. Leipzig 1888/1911.

J. Petzold: Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung; I. Leipzig 1900; Vierteljahrschrift f. Philosophie 1890.

J. M. Baldwin: l. c.

R. Wahle: Mechanismus des geistigen Lebens. Wien u. Leipzig 1906.

W. Köhler: Intelligenzprüfungen an Anthropoiden, I. Abh. der kgl. preuß. Akad. der Wissenschaften 1907. Math.-physik. Kl., Nr. 1.

[2]) S. Exner: l. c.

[3]) Vgl. E. Hering: Lotos. N. F. IX. Bd. S. 35.

Handbuch von Graefe-Saemisch. III, 1. T., Kap. XII.

R. Höber: Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. 4. Aufl. Leipzig u. Berlin, Engelmann, 1914.

Induktion (Kontrast-organisation) als Regulator.

Der Differenzierungsgrad der Vitalreihen ist bestimmt durch das Vermögen, nebenhergehende diffuse Reaktionen zu dämpfen. Einzelne Teilfunktionen finden wir aber nicht bloß in einer Mehrheit, sondern stets auch in verschiedenen anderen. Während der Individualitätsphase treten neue Kombinationen auf, d. h. die Zusammenfügung wird eine andere, die Teile waren schon früher da.

Die regulatorischen Mechanismen für die „Wahl" scharf abgegrenzter Erregungseffekte sind in den allgemeinsten, vorläufig nur anzudeutenden Umrissen folgende. Die Vitalreihen sind zunächst (fast) immer gemischte, d. h., sie enthalten physische und — zugeordnete — psychistische Glieder. Der in der Person realisierte Anlagenkomplex stellt eine organische Verknüpfung von Reizkomplexanalysatoren her, resp. zeitweilig schließbare und variierbare Verbindungen zwischen den Außenweltsveränderungen und den genotypisch vorgesehenen und kombinierten vitalen Reaktionen, und damit (im Gegensatz zu diffusen) kanalisierte Energieverausgabungen, Ausgangsventile. Die Reihen sind auch die Grundlage für den Typ des intelligenten Gebahrens, für welches das Assoziationsschema doch wohl nicht genügt. Sie beginnen mit Empfindungsinhalten (Leibesempfindungen, Sinneswahrnehmungen), sowie mit Denkprozessen, weisen eventuell eine — in Wirklichkeit durch die biologischen Dispositionen, resp. den „physiologischen Zustand" bedingte — „Spontaneität" auf oder sind rein reflektorisch, und schließen stets mit anderen Sensationen. Die Gestaltung und Koppelung dieser angeborenen, während der Individualitätsphase jedoch vielfach gebahnten und modifizierten Vitalreihen wächst, bzw. verändert sich — physiologisch assoziativ — nach von Pawlow experimentell festgelegten Prinzipien[1]) und nach den Entwicklungsgesetzen des „intelligenten" Verhaltens. Sie werden zu ihre Entstehung überdauernden Gebrauchssystemen.

Wie die Entwicklung, hängt ebenso der Grad der funktionellen Differentiation (Analyse der Umwelt, Kombination und Ökonomie der Energieverausgabung) während der ganzen Individualitätsphase von den besonderen Bedingungen des mit speziesgemäßer Eigenart ausgestatteten organischen Gesamtsystems ab. Dieses bestimmt die gegenseitige Induktion der Konstituenten, resp. die Art, wie, mit E. Hering[2]) zu sprechen, der Stoff-, Energie-, Formwechsel, insbesondere das Verhältnis ihrer auf- und absteigenden Veränderungen in einem Element die nähere und fernere Umgebung beeinflußt (durch nervöse, humorale usw. Einwirkung). Die allgemeinste einschlägige Formel läßt jede Änderung des ersten eine gegensinnige Änderung des dynamischen Gleichgewichts in letzterem bewirken.

J. Loeb[3]) ist es z. B. schon vor Jahren gelungen, bei Hydroidpolypen abgeschnittene Organe durch morphologisch ungleichwertige zu ersetzen (Heteromorphose). Bei solchen Tieren spricht man von „Polarisation" (des Wachstums), da jedes Element aus dem Stamme derselben eine orale und aborale Seite hat. J. Loeb fand nun (indem er das orale Schnittende in den Sand steckte) ein Verfahren, durch welches man ausnahmslos mit Sicherheit einen Polypen am aboralen Schnittende hervorrufen kann. Auch gewann J. Loeb heteromorphe Tiere, die an jedem Ende in einen Polypen enden. Es scheint sogar gelungen wahrscheinlich zu machen, daß die hier

[1]) J. P. Pawlow: Naturwissenschaft und Gehirn. Deutsch von Vollborth. Wiesbaden, Bergmann, 1910.

[2]) E. Hering: Handbuch von Graefe-Saemisch. 2. Aufl. I. T., III. Bd., XII. Kap.

[3]) J. Loeb: Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig, Barth, 1906.

vorliegende Polarität Wirkung eines Strömungsvorganges ist, welcher ein gewisses „organbildendes" Material rascher an die orale Schnittöffnung führt. Unterdrückung der Polypenbildung am oralen beschleunigt diejenige am aboralen Stammende der Tubularia. Ferner läßt sich bei Hydroidpolypen der Entwicklungsvorgang umkehren, resp. schon differenzierte Organe wieder in undifferenziertes Material zurückverwandeln u. s. f.

Von den höheren Tieren liefert der Lachs ein typisches Beispiel für die Wanderung gewebsbildender Stoffe von Organ zu Organ unter dem Einfluß der Induktion im organischen System, resp. für den auf diese Weise sich ergebenden Abbau und einen Aufbau an anderer Stelle[1]). Um geschlechtsreif zu werden und seine Eier zu legen, steigt dieser muskelkräftige Raubfisch des Meeres im Frühjahr den Rhein bis Basel hinauf. Wohlgenährt eintretend ins Süßwasser nimmt er von da an über ein halbes Jahr lang keinerlei Nahrung. Die Verdauungswerkzeuge atrophieren, von Verdauungssäften wird bloß Galle abgesondert. Am Ende dieser Reise verhält sich der Lachs regungslos im ruhigen Wasser, nur gelegentlich bewegen sich die Flossen. Während dieser Hungerzeit entwickeln sich beim Laichlachs die Eierstöcke, beim männlichen Fisch die Hoden. Ursprünglich ein unscheinbares Organ, 0.4% des Gesamtgewichts betragend, macht die (weibliche) Geschlechtsdrüse schließlich (bei 40% Trockensubstanz) ein Viertel der ganzen Körpermasse aus. Der Muskel enthält zu gleicher Zeit bloß mehr 20% Rückstand. Der Aufbau wird unzweifelhaft vollständig aus dem eigenen Leibesbestande hergestellt. Vom ursprünglichen Körpergewicht (9–10 kg) gehen dabei bloß 6%, täglich 5–6 g, in Verlust, damit wird der Kraftstoffwechsel bestritten. Auf den Unterschied zwischen Kraft- und Entwicklungs- (Ernährungs-) Stoffwechsel komme ich später vielfach zurück. Das Fett schwindet vollständig. Weiter werden die Rumpfmuskeln eingeschmolzen. Miescher berechnet aus ihrem Gewichtsverlust (43%) und der Abnahme ihres Eiweißgehaltes, daß eben das von der zurückgebildeten Muskulatur gelieferte stoffliche Material die Bausteine liefert für den wachsenden Hoden und Eierstock, und daß nur ihm dieses Material entnommen sein kann: für jedes Quantum Eierstock schmilzt mehr als ebensoviel Muskel ein. Natürlich bedeutet dies keine einfache Übertragung von Wachstumsbausteinen, denn diese sind hier und dort nicht identisch. Der Reichtum an Lezithin, Nuklein und Phosphor in den Gonaden beweist, daß aus Eiweiß, Fetten (Lipoiden) und Salzen der Muskulatur Stoffe entnommen und in die für Ei und Samen entsprechenden Verbindungen zwar noch artgemäß aber organspezifisch umgeprägt werden. Bemerkenswerterweise erfolgt dies alles mit einem minimalen Kraftstoffwechsel (Hungerzustand, Muskelruhe). Damit ist aber die induktive Leistung des organischen Systems nicht erschöpft: das überschüssig gewordene Blut wird nach der Milz dirigiert, und dort gespeichert, das Blut wird nicht eiweißärmer. In anderen Fällen, bei bloßem Hunger, ist das aus Organen abgebaute Eiweiß, in die Blutbahn gelangend, wiederum imstande, das funktionierende Herz und das Gehirn zu erhalten[2]). Ersteres verliert unter diesen Verhältnissen fast nichts von seinem Gewicht, es muß ernährt worden sein, sonst wäre es früher als alle anderen Muskeln aufgezehrt. Beim Kraftstoffwechsel wird für gewöhnlich das organisierte

[1]) Vgl. Miescher: Histochemische und physiologische Arbeiten. Leipzig 1897.

[2]) Vgl. Chossat: Mém. présentées par divers savants à l'acad. roy. des sciences de l'Institut de France VIII, p. 938, 1893.

Eiweiß der lebendigen Organe nicht angegriffen. Unterernährung hebt das Längenwachstum nicht auf, es wird bestritten auf Kosten der Körpersubstanz, ebenso erstarkt die arbeitende Muskulatur selbst bei nicht ausreichender Nahrungszufuhr.

Weitere einschlägige Beispiele geben uns Gesichtssinn, Temperatursinn, Geschmacksreihe an die Hand, sowie die Aufmerksamkeitsstimmung des Gehirns; wahrscheinlich auch der ganze hormonale Apparat. Die Sinne als Umweltanalysatoren sind bereits während der Ontogenese zu Verschiedenem entfaltete Teile einer ursprünglichen Einheit geworden. Sowie aber spezielle Reize und individuelle Reizkombinationen den Organismus treffen, resp. sich an einem Ort der Oberfläche vereinigen, stoßen sie auch auf die — nicht passive — Einheit des organischen Systems, welche an allen Reizpforten und allen entsprechenden Energieauslässen für die Dämpfung anderweitiger Empfindungsansätze und für Herabsetzung der Widerstände in Richtung der anpassenden oder gewohnheitsmäßigen Bewegungskomplexe aufkommt. Empfindungen sind differenzierte Eindrücke, die mit der Wahrnehmung in concreto stets verbundene Orientierungshaltung ist eine virtuelle akkomodative oder gewohnte Reaktion des Ganzen im Organismus auf den Sinnesreiz. In dem Sich-richten nach einer ideellen Kurve bei komplexen Handlungen, die nicht als fixierte Reaktionen in den ursprünglichen Anlagen der Art direkt begründet sein können („Umwegs"reaktionen), zeigen sich, wie wir sehen werden, die ersten Spuren des intelligenten Verhaltens.

Induktion spielt übrigens auch schon im genotypischen System eine Rolle. Bei der Temperaturaberration der Schmetterlinge kann z. B. ein teilweises Wiederauftreten „atavistischer" Charaktere beobachtet werden. Die äußeren starken Reize bewirken, daß gewisse „epistatische", im Laufe der Stammesgeschichte hinzugekommene und für einzelne Arten bedeutende („phylogenetisch neue") Faktoren nicht mehr zur Geltung kommen und daß infolgedessen gewisse „hypostatische" Gene sich betätigen und „phylogenetisch ältere" Eigenschaftskombinationen zur Entfaltung kommen können. Da aber bloß die Lebenslage das Erscheinen des betreffenden Charakters hindert — es muß sich ja nicht jeder genotypische Unterschied unter allen äußeren Verhältnissen zeigen —, gehört dies nur bedingterweise hierher. Direkt hier einzubeziehen ist dagegen die Shullsche „Latenz" durch Hypostasie oder „Deckung". Dabei handelt es sich um Fälle, in welchen zwei durch verschiedene Faktoren bedingte, sozusagen unabhängige Eigenschaften nicht zu der gleichen Zeit beobachtet werden können, weil die Anwensenheit der einen Eigenschaft die andere „versteckt". Ein schwarz-ähriger Hafertyp, gekreuzt mit einem gelb-ährigen, ergibt in F_1 schwarz-ährige Hafer, so daß schwarz über gelb zu „dominieren" scheint. In F_2 aber werden (nach Johannsens Berechnung aus Shulls Versuchen) pro 16 Individuen 12 schwarz-ährige, 3 gelb-ährige, 1 weiß-ährige Pflanze erhalten. 9 der 12 schwarz-ährigen werden nun, wie aus den Nachkommenreihen hervorgeht, schwarz- und gelb-ährig sein. Somit liegt hier das gewöhnliche Verhältnis: 9 schwarz und gelb, 3 schwarz, 3 gelb, 1 weder schwarz noch gelb vor. F_1 war unzweifelhaft heterozygot (vgl. u. S. 26), schwarz sowie gelb sind jede für sich gegenüber weiß dominierend. Wo aber Schwarz und Gelb zusammentreffen, wird Gelb völlig gedämpft, Schwarz heißt dann epi-, Gelb hypostatisch. Ebenso gehört vielleicht das, was man „Individualpotenz" genannt hat, hierher. Der „Grad des Überführungsvermögens", der Wert eines Individuums als Zeuger, wird, mit Johannsen zu sprechen,

nicht aus seinen eigenen persönlichen Eigenschaften direkt (der Rassewert läßt sich nicht diagnostizieren), sondern aus seiner Nachkommenschaft beurteilt. Die Züchter wissen, daß z. B. zwei Pferde, die persönlich gleich gute Renner sind, das eine mit allerhand Stuten durchgehends gute, das andere durchgehends schlechte Renner zeugt. Die große oder geringe Präpotenz trägt unmittelbar nichts zur Klärung bei. Die komplizierte Natur der Erblichkeitserscheinungen in diesem Falle kann man, mit Haecker, folgendermaßen erklären. Bestehen in einer gemischten Rasse in bezug auf eine bestimmte gestaltliche oder funktionelle Eigenschaft mehrere reine Linien ABCD, und ist in diesen die betreffende Qualität derart abgestuft, daß zwischen den einzelnen Graden abcd die Beziehung $a > b > c > d$ besteht, so wird bei der Paarung eines Individuums der Linie A mit einem Gliede einer beliebigen anderen Linie in der ersten Generation selbstverständlich immer die Eigenschaftsstufe a durchdringen. Es kann dann vorkommen, daß ein Individuum mit relativ geringer persönlicher Leistung lauter hochwertige Nachkommen erzeugt, wenn es nämlich eine extreme Minusvariante einer guten Linie ist. Das entgegengesetzte gilt für eine Plusvariante eines schlechten Typs[1]).

Anderweitige Regulationsmechanismen.

Ein anderer regulatorischer Mechanismus wurzelt in der bereits erwähnten afferenten Rückwirkung der effektorischen Reizerfolge. Wenn sich Reizwirkungen mit schon vorhandenen summieren zu resultierenden Erregungen, deren Richtung das dynamische Gleichgewicht von Energie- und Formwechsel erhält, bzw. fördert, werden diejenigen Organe und organischen Teilsysteme, deren Erregungen schon als Komponenten gleichgerichtet sind, wie die Phänomene des dynamischen Gleichgewichts, also z. B. die Organe, welche die zum Leben unmittelbar notwendigen, die Konfiguration des organischen Gesamtsystems zur Bedingungsgesamtheit erst ergänzenden Reize erlangen und festhalten, die geringsten Widerstände für den Ablauf einer Bewegung, von gewissen sensiblen Nervenendigungen bis zu den (muskulären, drüsigen) Erfolgsorganen hin, entgegensetzen, ihnen entlang wird die Ab- und Auflösung der physiologischen Zustände[2]) am leichtesten und raschesten sich vollziehen. Also eine rein mechanische, nicht teleologische Selektion von Funktionsreihen, welche, schon vor aller individueller Erfahrung, sich gestalten und verbinden.

Verbindungsweise der Funktionen. Positive und negative Reaktion. Lust, Unlust.

Im großen und ganzen stellt sich auf diese Weise im Individuum eine solche Verbindungsweise der Funktionen her, daß einzelne Partiarsysteme zusammengeordneter Apparate und Tätigkeiten sich als Motoren gegen das Übrige verhalten, welches die Stelle der Last vertritt. Von größter Bedeutung ist ferner, daß jede Änderung des dynamischen Gleichgewichts auf dem Wege über die Unterschiedsempfindung eine besonders gruppierte, mit charakteristischen psychischen Gliedern gemischte Vitalreihe (Unlust — negative Reaktion) auslöst, dessen Wiederherstellung hingegen eine zweite, die als Beruhigung, Behagen u. dgl. erlebt wird und positive Reaktion

[1]) W. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena, Fischer, 1913.
V. Haecker: Allgem. Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig, Vieweg, 1912.
W. Bateson: Mendels Vererbungstheorien. Deutsch von A. Winkler. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1914.
G. H. Shull: Americ. Naturalist 42, 1908.
R. Pearl: Ann. Rep. Breeders Ass. Vol VI. 1911.
R. Bunsow: Vollblutzucht und Biologie. Sportwelt 1910.

[2]) Vgl. H. S. Jennings: Verhalten der niederen Organismen. Deutsch von E. Mangold. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1910.

bewirkt. Beide genannten Reihenfolgen laufen in allen übrigen Vitalreihen, rein oder durcheinandergeschoben, mit. Neben den genotypisch angelegten, während der Individualitätsphase vielfach modifizierten, nach dem Prinzip des Pawlowschen bedingten Reflexes zustande kommenden organischen, resp. zerebralen Assoziationen, neben den sich erhaltenden gebahnten Gebrauchssystemen und der Wahlhandlung in der Richtung des geringsten Widerstandes kommt weiterhin, besonders in dem hinzutretenden intelligenten Verhalten, noch der Einfluß der in der Entwicklung mitgeführten Vergangenheit (Gedächtnis, Erfahrung) für die allgemeinsten Typen des Gehabens des Individuums in Betracht. Es besteht eine Tendenz des Organismus, viele, vielleicht zuviele neue Reaktionen zu bilden. Durch Hemmung, Erlöschen, Wiederaufleben und Bahnung der bedingten Reflexe und durch die Intelligenz wird diese Neigung reguliert. Die Promptheit des Zusammenarbeitens des höchsten Planum cerebrale, in welchem die Dispositionen für die persönlichen Erinnerungen verwahrt sind, und der körperlichen Gewohnheiten (motorisches Gedächtnis), die als Musterbeispiele der Nachahmung dienen, ist individuell sehr verschieden.

Gedächtnis.

Auf diese Weise gelangen wir nicht bloß zur Orientierung über rasch wechselnde Geschehnisse in der Außenwelt, in „Überraschungen"; auch die Beziehungen des Zuständlichen, Beharrenden sind nach denselben Prinzipien aufzuklären. Erstere ist nicht einseitig bevorzugt. Die ausgebaute Reiztheorie E. Herings[1]) gibt hierüber Aufschluß. Das Nervensystem ist nicht der zentrale „Träger des Lebens". In jeder lebendigen Substanz läuft „autonom" der vitale Prozeß ab als „doppelsinnige" Veränderung, aufsteigend — assimilatorisch, absteigend — dissimilatorisch. Äußere Einflüsse wirken alterativ oder dauernd (im letzteren Fall als Lebens„bedingung"). Die Autochthonie des Lebens der Organe, wie es in der Pathologie mit dem Lokalisationsprinzip und durch den zellulären Gedanken schon früher anerkannt war, ist hierdurch in der Biologie überhaupt zu einer der führenden Ideen geworden. Dem entsprechend gibt es auch eine alterative, Erregung oder Lähmung herbeiführende, und eine „tonische" Innervation (im Sinne von A. v. Tschermaks). Letztere versetzt schon normalerweise die Erfolgsorgane in einen bestimmten „physiologischen Zustand", der maßgebend ist für die Reaktionsnorm (daher „Zustands-" oder „Bedingungs"-Innervation). Das Nervensystem wirkt dabei genau so wie äußere Agenzien (Reize) auf eine gegebene lebendige Substanz überhaupt. Reiz in diesem Sinne ist jeder chemisch-physikalische Faktor, welcher von einer gewissen Quantitäts- und Zeitschwelle ab den spezifischen Stoffwechsel in irgendeiner Weise verändert. Der Reizeffekt ist abhängig von Qualität, Quantität und Dauer des Reizes. Er ist aber auch ebenso mit bestimmt durch den Funktionscharakter (die Organspezifizität, die spezifische Energie) des betreffenden organischen Teilsystems, durch den jeweiligen physio-

Tonische Innervation.

[1]) E. Hering: Theorie der Vorgänge der lebendigen Substanz. Lotos. N. F. Bd. IX. 1888. Sitzungsber. der Wiener Akad., Bd. 66, 68, 69, 70; Abt. 3; 1872/74. Spezifische Energien des Nervensystems. Lotos. N. F. Bd. 1. 1880. Theorie der Nerventätigkeit. Veit & Co., Leipzig, 1899.

M. Verworn: Allgemeine Physiologie. 4. Aufl. 1903. Erregung und Lähmung. Jena, Fischer, 1913.

A. v. Tschermak: Anpassungsproblem in der Physiologie der Gegenwart. Arch. des sc. biologiques. (J. P. Pawlows Festschrift.) Petersburg 1904. Centralbl. Physiol., Bd. 20, 1906. Pflügers Arch. 119. Bd.; 1907. Physiol. und patholog. Anpassung des Auges. Veit & Co., Leipzig 1900; Ergebnisse der Physiologie 1902, 1. Jahrg., Bd. 11, Jahrg. 2, Bd. 1905, Jahrg. 4. Physiologie des Gehirns. Nagels Handbuch 4, 1, 1905.

logischen Zustand und durch die Integration, wie sie teils gegeben ist in der genotypischen Veranlagung, teils durch die Korrelation in der durch die Entwicklungsarbeit realisierten Person (Phänotypus). Die Integration werden wir später in verschiedener Richtung (nervöse, chemische, Simultankontrast) kennenlernen. Die Erregung ist nach E. Hering eine Störungsphase, durch welche die lebendige Substanz aus einem (dynamischen) Gleichgewicht in ein anderes (aus dem „autonomen" Stoffwechselgleichgewicht in ein „allonomes", resp. aus einem allonomen in ein anderes solches) übergeht. Mit Hering und Petzoldt sehen wir in diesem Übergang den — nicht finalistisch umgedeuteten — Ausdruck der vollzogenen Anpassung. Andauernde Reizung bewirkt auf diese Weise nicht dauernde Erregung oder Lähmung, sondern eben Adaptation. Der Reiz wird nämlich, wenn das organische System intakt bleibt, durch Herabsetzung der Reizbarkeit äußerlich unwirksam, die Adaptation überwindet den Reiz. Dabei, und dies ist sehr wichtig, sinkt die Arbeitsbereitschaft, die „Wertigkeit" der betreffenden lebendigen Substanz, eventuell mit gesteigerter Empfindlichkeit für Reize in anderer Richtung. Bei Wegfall oder Verringerung bisher dauernd bestandener Reizungen steigt die Erregbarkeit und Arbeitsbereitschaft wieder bis zu einem Maximum. Auch nach erreichter Adaptation ist der Dauerreiz für das organische System ausschlaggebend, denn er erhält es in dem speziellen dynamischen Gleichgewicht (in dem physiologischen Zustand), in den er es versetzt hat, er ist eine Lebensbedingung geworden. Der Wegfall eines tonischen Reizes hat in allen Organen (Organsystemen), welche eine doppelsinnige Veränderlichkeit in From antagonistischer Komponenten besitzen, eine „Öffnungsreaktion" zur Folge.

Adaptation und Gewohnheit.

Das Vorstehende enthält, vorläufig natürlich bloß andeutungsweise, alles Nötigste für eine funktionelle Betrachtungsweise des körperlichen und geistigen Lebens, auch alles um die Wechselwirkung von Adaptation und Gewohnheit begreifen zu können. Schon indem die fortdauernde Entwicklungsarbeit die Energiespeicherung und das dynamische Gleichgewicht immer wieder art- und individualgemäß herstellt, gleicht das Lebewesen einer Uhr, die sich stets wieder selbst aufzieht. Auch sonst weist (im Sinne des Gesetzes der Gewohnheit von Spencer-Bain) das Leben überall die Tendenz auf zu wiederholen, was es bereits ausgeführt hat. Baldwin[1]) fügte den organischen Trieb hinzu, vor allem die vitalen Reize, deren Gegenwart das Leben durch Aufrechterhaltung des dynamischen Gleichgewichts erst möglich macht, zu erlangen und zu bewahren. Vor allem, glaube ich selbst, gehen aber Gewohnheiten aus den Bedürfnissen hervor, welche selbst wieder in der genotypisch veranlagten Koppelung und Richtung der spezifischen Energien des Phänotypus begründet sind. Die mit ihnen gegebene Analyse der Reizkomplexe und die kanalisierte Energieverausgabung beginnt, vielfach aktiv, erweitert und befestigt Gewohnheiten. Bedürfnis und Befriedigung des Bedürfnisses gestalten sich, wie oben auseinandergesetzt, zu einem zirkulären Prozeß. Die in der Richtung des geringsten Widerstandes für die Resultante der Bewegung des dynamischen Gleichgewichtes liegenden effektorischen Organsysteme, vor allem motorische Kombinationen, bilden die ersten

Nachahmung.

Muster der primitiven „Nachahmung", deren höhere Formen im Leben des Individuums eine so wichtige Rolle spielen. Der einfachste Typus der Adaptation wiederum

[1]) Baldwin: l. c.

ist vorgezeichnet durch die Akkomodationsbreite, welche das dynamische Gleichgewicht dem Organismus offen läßt, indem dieser gewohnte Vorgänge zunächst in erhöhtem Maße ablaufen läßt (Spencers Überschußreaktion), resp. die mit den Dissimilationen in den Geweben je nach dem Funktionscharakter (der Organspezifizität) ermöglichte Dynamogenese einschränkt, wobei er sich auf verschiedene Stufen der Wertigkeit (Arbeitsbereitschaft) einstellt. Dazu gesellt sich die nach dem von J. P. Pawlow aufgedeckten physiologischen Mechanismus erfolgende Umschaltung und Bahnung der Assoziationen der genotypisch kombinierten und nur teilweise festgelegten spezifischen Kräfte während der Individualitätsphase mit modifizierter Reizanalyse, variierten Auslässen für die gestapelte Energie, neuen „Wahlmöglichkeiten". Wesentlich wird, wie wir noch sehen werden, das Verhältnis von Gewohnheit und Anpassung noch beeinflußt durch die Art, wie Intelligenz, Gedächtnis und Erfahrung, Lust und Unlust die Handlungen beeinflussen.

Wundt[1]) sieht in den psychistischen, E. Mach[2]) in den physischen Vorgängen, unter weitgehender Eliminierung des Substanzbegriffs, nur das Ereignisartige der wechselseitigen Beziehungen. Wir untersuchen an den Dingen, der Materie usw. nichts als Zusammenhänge. Das Relative ist Funktionales (im mathematischen Sinne). Dinge sind „Gedankensymbole". Als beständig können nur Beziehungen gelten. Eine Auffassung, welche alles wechselnd, werdend, dynamisch sieht, muß nicht zu einem Absoluten gelangen, in der Naturwissenschaft sind auch die Beständigkeiten nicht absolut. Wenden wir dieses methodologische Prinzip auf die Biologie (Pathologie) an, so braucht nicht gefürchtet zu werden, daß das Qualitative verschwindet. Nur wird das Lebendige auf dem Wege abstraktiver (neglektiver) Fiktion für die Betrachtung „substratlos". Auch das vitale Geschehen zerfällt in herausgehobene Elementarvorgänge, zwischen denen funktionale Abhängigkeitsbeziehungen (im mathematischen Sinn) bestehen. Die betonte Beständigkeit des in den Mittelpunkt gestellten Festhaltens am dynamischen Gleichgewicht in den Veränderungen des Stoff-, Kraft-, Formwechsels und im psychischen Leben kann für sich selbst bloß wieder als ein Bündel gesetzmäßig zusammenhängender Reaktionen gelten, wobei dieser Zusammenhang allein das relativ Beständige ist. Nur eine biologisch funktionelle Beobachtungsweise kann dieses methodologische Prinzip auf unserem Gebiete vollziehen. Die seelische Mannigfaltigkeit, die sinnlichen Elemente, resp. die psychischen Objekte, kurz das Substantielle auf psychologischem Gebiete geht uns weniger an, als die Feststellung der objektiven Vorgänge, mit denen Bewußtseinszustände zusammenhängen, und der Beziehungen jener (zerebralen) Vorgänge untereinander. So verlassen wir, die komplizierteren Handlungen der Artgenossen, nach Analogie mit uns selbst betrachtend, noch am wenigsten die naturwissenschaftliche Position, wenn wir, aus der raumzeitlichen Welt in diejenige des „Bewußtseinsstroms" gelangend, letzteren nur als Grenzgebiet ansehen und uns in Wirklichkeit möglichst an die höchste Abteilung des Zentralnervensystems halten. Wenn wir dann z. B. sagen, eine Funktion, wie die Speichelsekretion, oder ein krankhaftes Symptom ist „psychogen", so ist dies bloß eine Umschreibung dafür, daß hierzu die höchste Abteilung des Gehirns nötig ist. Wir haben gesehen, das Leben entwickelt Gleichgewichte innerer Tätigkeiten, welche

[1]) Vgl. W. Wundt: Naturwissenschaft und Psychologie. 2. Aufl. Leipzig, Engelmann, 1911.
[2]) Vgl. E. Mach: Analyse der Empfindungen. Jena, Fischer. 5. Aufl. 1906.
W. Jerusalem: Einleitung in die Philosophie. 2. Aufl.

gewissen äußeren Vorkommnissen entsprechen. Die fortwährende Anpassung innerer an äußere Beziehungen, resp. der Grad des Zusammenhanges mißt den Grad der Vitalität. Auch die den psychistischen Erscheinungen zugrunde liegenden objektiven Vorgänge fallen unter diese Formel der Herstellung von Beziehungen und Gleichgewichten. Was unterscheidet nun das psychische Leben vom organischen, ganz abgesehen von der verschiedenen Natur physischer und psychischer Phänomene? Es gibt im Sinne von Pawlow[1]) beständige und zeitweilige Verbindungen jener Art. Die höchsten Abteilungen des Gehirns, dieses Doppelgängers, den der Körper organisiert hat für eine Vereinigung aller spezifischen Energien, deren er selbst fähig ist, entsprechen der Stelle „des Zusammentreffens der unzähligen Wirkungen der Außenwelt"; zwischen den von hier aus „bedingten" Reflexen, die sich gegenseitig im Schach halten, bestehen unaufhörlich Hemmungen, Enthemmungen und Bahnungen, wodurch eine„ Wahl" für jeden Augenblick vor sich gehen kann. Dazu kommt das (primitive) intelligente Verhalten[2]), welches, wie wir sahen, auch in neuen komplizierten geometrischen und energetischen Situationen, die nicht durch in der ererbten Organisation direkt vorhandene Mechanismen beherrscht werden können, Umwegshandlungen in „einem Zuge", gewissermaßen der Gleichung einer Kurve folgend, zu vollziehen ermöglicht. Neben und mit jener zeitweiligen Schließung der Leitung zwischen den Reizkonstellationen und den organischen Reaktionen, sowie mit den Anfängen der Intelligenz ist das zentrale Nervensystem in seiner allerhöchsten Abteilung der Sitz aller „Spuren" des Gedächtnisses. Durch das Gedächtnis (Vorstellungen) beeinflußt die Erfahrung unsere Handlungen. Außer rein zeitlich verwahrten persönlichen Erinnerungen faßt man mit der Bezeichnung Gedächtnis auch eine Sammlung von körperlichen Gewohnheiten zusammen, welche als Musterbeispiele der Nachahmung dienen. In diesen motorischen Mechanismen wird die Erinnerung somatisch gegenwärtig. Die Promptheit des Zusammenarbeitens zwischen letzterer (resp. der höchsten Ebene des Gehirns) und der mit den Wahrnehmungen gegebener Haltung (Orientierung), sowie der vollendeten Handlung begleitet das gesamte fließende Hin und Her unseres Seelenlebens. Alle Orientierung ist ein Glied der differenzierten Vitalreihen, in denen die Sinnesorgane als Analysatoren und Assimilatoren der momentanen Reizkonstellation eine entscheidende Rolle spielen. Sie zerlegen die „Welt" in Einzelheiten.

Für unsere Zwecke suchen wir also den Beginn des Psychischen in gewissen Seiten solcher vitaler Prozesse, welche den Zusammenhang zwischen den Abhängigkeiten von Veränderungen im Organismus mit entsprechenden des äußeren und inneren Mediums ergibt[3]).

Der praktische Vorzug des erwähnten allgemeinen methodologischen Prinzips liegt nach Mach darin, daß eine solche Betrachtung nicht gezwungen ist, immer völlig den — rein naturwissenschaftlichen — Standpunkt zu verlassen, wenn eine vollständige Lösung pathologischer Aufgaben uns von der chemisch-physikalischen zur anatomischen und physiologischen Untersuchung überzugehen veranlaßt. Wir folgen nur dem Beispiel der exakten Naturwissenschaft (obenan der Physik), welche

[1]) J. P. Pawlow: l. c.

[2]) W. Köhler: Kgl. preuß. Akad. der Wissenschaften. 1917. Physikal.-math. Kl. Nr. 1.

[3]) Spencer: Prinzipien der Psychologie, 2 Bände, 2. Aufl. (deutsch von Carus, Stuttgart, Schweizerbart).

immer mehr das Dinghafte und Stoffliche möglichst in (mathematisch) funktionale Beziehungen zwischen den Vorgängen auflöst, wenn wir auch auf unserem Gebiet die materielle Dauerform, das organische Substrat hinter dem biologisch Funktionellen, dem vitalen Geschehen, dessen bloßer Niederschlag jene sind, zurücktreten lassen. Gewisse Probleme, z. B. die Unvergleichbarkeit von Physischem und Psychischem an sich, werden dadurch nicht aufgehoben, aber wissenschaftlich weiterarbeiten kann man damit ohne fortwährende Behinderung durch einen von vornherein stipulierten absoluten Gegensatz von Materie und Geist, besonders wenn, was dem Arzte doch wohl nicht schwer fallen kann, konsequent daran festgehalten wird, daß alles Psychische im Sinne von E. Mach, E. Hering[1]), R. Avenarius physisch fundiert, bestimmt ist, und das Hauptgewicht für uns auf die äußeren Phänomene, d. h. darauf zu liegen kommt, wie sich die psychischen Zustände in den analysierten Handlungen usw. ausprägen, deren Instrument ursprünglich auch das Denken ist.

Der individuelle Gesamtorganismus selbst ist nun ebenfalls eine solche Vitalreihe, insofern die Eizelle durch den Befruchtungsreiz aus dem chemischen und Formgleichgewicht gebracht wird und, beständig durch Reize beeinflußt, in der Entwicklungsarbeit auf dem Wege über das Individuum zum Eizellenstadium zurückkehrt. Es existiert z. B. kein isolierbarer Ort im Körper, wo die Ernährung ihren ausschließlichen Sitz hätte; das gleiche gilt von der Formbildung. Allen Geweben und ihnen allen zusammen sind diese Vorgangsketten eigen. Auch noch andere Reizwirkungen gibt es, welche in allen Formen lebendiger Substanz des individuellen Organismus in gleicher Weise zu beobachten sind. Endlich ist unsere ab origine vom ererbten Anlagenkomplex repräsentierte Gesamtorganisation maßgebend für die vereinheitlichende Ordnung, die Stabilität des Körpers, für die Assimilation der Reizkomplexe und deren Gestaltung zur artgemäßen Umwelt, für unsere Begriffe und Urteile, für die eindeutige Bestimmtheit des Gehabens, des Handelns und der Anpassungen.

In anderen Fällen kann man sich jedoch ebenso halten an jede einzelne faßbare vitale Reihe und das Hauptgewicht legen auf die Behauptung des abstrahierten Teilsystems, eventuell auf eine Korrelation mit anderen solchen. Man trachtet dann also, das Leben der Organe und der Organapparate aus sich selbst heraus, autonom zu verstehen. Auch da aber erscheint der Organismus als die — im Hintergrund bleibende — Bedingung für die Erhaltung des Gleichgewichts der Simultankontraste und der angeschlossenen „Aufhebung der Vitaldifferenzen".

Die mittlere Linie zwischen Ganzheit des Organismus und dessen Teilsystemen.

4. Gelingt es für die angedeutete Auflösung des Organismus in Elemente einer- und für den Zusammenhang der letzten Größen durch gegenseitige Induktion andererseits wirklich, eine mittlere Linie zu finden, setzt gerade die funktionelle Betrachtungsweise uns Ärzte in den Stand, alle bleibenden Ergebnisse unserer bisherigen theoretischen und praktischen Bestrebungen ungezwungen zu vereinigen. Kann doch auch nach Aussage eines unserer bedeutendsten zeitgenössischen Morphologen heute das Lebewesen überhaupt nur funktionell, d. h. durch Charakterisierung seiner Leistungen annähernd definiert werden[2]).

Aber die biologisch funktionelle Denkweise regt sich überhaupt erst in Anläufen,

[1]) Vgl. E. Hering: Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Handbuch von Graefe-Saemisch. I. T., III. Bd., XII. Kap. 2. Aufl. 1907.

[2]) Vgl. W. Roux: Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. H. 1: Entwicklungsmechanik. Leipzig, Engelmann, 1905.

die, mögen sie auch in speziellen Richtungen praktisch etwas verheißen, durchaus nicht immer von einem genügend umfassenden Standpunkt aus unternommen und durchgreifend zu Ende geführt werden. Jene mittlere Linie zwischen Einheit und Ganzheit des Organismus und seinen Konstituenten ist noch nicht sicher gewonnen und konsequent festgehalten.

Die genotypische Konstitution ist nur in der Vererbungslehre, nicht aber z. B. hinsichtlich der ausschließlich außerhalb des Organismus gesuchten Krankheitsursachen (der konstruierte Durchschnittsmensch gilt einfach als stereotyp normal), das Reihenprinzip überhaupt kaum berücksichtigt. Es wird ferner nicht im Auge behalten, daß jede Funktion, auch isoliert erfaßt, konkret immer in Beziehung auf ein bestimmtes organisches Gesamtsystem, auf ein Individuum bleibt. Ebenso spielen sich die psychischen Erscheinungen in individueller Zugehörigkeit zu einem Einzelbewußtsein ab. Die Physik kann, bei der äußerlichen Gestalt ihrer Gesetze, in der Auflösung der Zusammenhänge viel weiter gehen.

In der Pathologie der Wasserbewegung im Organismus und der Ausscheidung z. B. wird der Diabetes insipidus gegenwärtig von Vielen als eine primäre isolierte Schädigung (Hemmung) des molekularen Konzentrationsvermögens der — übrigens anatomisch unzweifelhaft normalen — Nieren aufgefaßt. Ermöglicht werde die Polyurie durch eine — sekundäre — Polydipsie im Zusammenhang mit stark erhöhtem Durstgefühl. Eine Retention harnfähiger Stoffe im Körper tritt unter diesen Verhältnissen nie ein, wohl aber, wenn der Patient zum Dursten gezwungen ist, wobei es zu Symptomen, ähnlich der Urämie, kommt.

Übersieht man jedoch die ganze einschlägige Vitalreihe, eingeschlossen die Psychologie des Durstes, kommt man bald darauf, daß für den Wasser- und Salzhaushalt, insonderheit auch für die Diurese nicht bloß die Nieren verantwortlich zu machen sind, und daß beim Diabetes insipidus die tatsächliche aber sekundäre mangelhafte molekuläre Harnkonzentration ganz anderswo begründet sein kann und wohl auch begründet ist.

Die experimentell hervorrufbare Polyurie durch Läsion des Corpus restiforme am Boden des IV. Ventrikels hatte daran denken lassen, die Pathogenese des Diabetes insipidus einheitlich auf diese Grundlage zu stellen. Man konnte aber seither eine konstante Herdaffektion im menschlichen Gehirn bei dieser Krankheit überhaupt nicht festlegen.

In jüngster Zeit wiederum denkt man — vielleicht gleichfalls einseitig — an Beziehungen des Diabetes insipidus vor allem zur Hypophyse und zwar zu einer verminderten Tätigkeit des Hinterlappens, resp. der Pars intermedia (klinische Beobachtungen betreffend das Auftreten dieser Krankheit bei anatomischen Prozessen in der Hypophyse, Polyurie nach Operationen an der Hypophyse, Verminderung der Wasserausscheidung und erhöhte Konzentration des Urins beim Gesunden und beim Diabetischen nach Einspritzung des Extraktes aus dem Hypophysenhinterlappen). Oder man hält sich an das Zwischenhirn, und zwar an seinen infundibularen Teil.

Alles spricht dagegen, daß das Wesentliche des Diabetes insipidus einer primären, isolierten Hemmung des normalen renalen Konzentrationsvermögens entspricht. Das beweist unsere Erfahrung über Diurese im allgemeinen. Man muß unterscheiden zwischen molarer und Wasserdiurese. Wasser kommt für die Niere als Transportmittel von Molen und Ionen, sowie als Reizfaktor in Be-

tracht. Salze und Wasser gehören für gewöhnlich bei der Flüssigkeitsbewegung im Körper zusammen, etwa wie Stoffwechsel und Körpertemperatur. Wie bei letzteren kann aber unter abnormen Bedingungen diese gegenseitige Regulierung gestört werden. Die Erfahrung lehrt, daß immer, wenn der Niere zu viel Wasser angeboten wird, neben Polyurie herabgesetzte Konzentration in den Nieren die Folge ist. In dieser Beziehung stimmen z. B. Wasserdiurese und Kompression des Ureters überein. Daß aber zuviel Wasser der Niere angeboten ist, liegt ursächlich beidemale außerhalb der Niere. Alles, was wir klinisch bei Patienten mit Diabetes insipidus beobachten, erklärte sich durch die Annahme, daß die Niere nicht dazu kommt, ihre konzentrierende Leistung voll auszunutzen, weil sie eben immer dem angedeuteten überschüssigen Angebot von Wasser unterliegt. Selbstverständlich hört deshalb die Wasserausscheidung nicht auf, auch von der Menge der auszuscheidenden Salze abhängig zu sein, da die Niere hier ebensowenig primär Molen retiniert, wie sie nicht primär aus funktioneller Schwäche im Konzentrieren gehemmt ist. Wie die Wasserdiurese ist der Diabetes insipidus ein Reizzustand. Seine Ursache muß in einer Etappe weit vor der Niere liegen, denn Narcose hebt die Wasser-, nicht aber die molare Diurese auf. Daß der diabetische Kranke Wasserzulagen ähnlich ausscheidet wie ein Gesunder, ist leicht erklärlich. Gibt man einem an Myxödem leidenden Patienten Schilddrüsensubstanz, schnellt der Stoffwechsel rapid sehr bedeutend in die Höhe, ganz anders verhält sich die Sache bei M. Basedowii. Die Breite, in welcher das Wasser überhaupt die Diurese beeinflussen kann, ist eben im Diabetes insipidus bereits durchmessen. Was die Niere im Diabetes insipidus tut, ist ebenso sekundär, wie etwa der Durst. Daß die Niere für sich konzentrieren kann, beweist jede komplizierende fieberhafte Affektion bei der Krankheit, die Narkose (wenigstens in manchen Fällen), das Salvarsan. Einspritzen des Hinterlappensextraktes der Hypophyse würde wohl ebenfalls die Konzentration in der Niere dieser Kranken erhöhen. Bei anatomisch in der Niere begründeter Hyposthenurie fehlt bekanntlich jener harnkonzentrierende Effekt direkt.

Aber auch eine zu starke Betonung der Hypophyse als solcher in der Pathogenesis des Diabetes insipidus begegnet noch verschiedenen Bedenken. Vor allem bewirkt bekanntlich Zerstörung und Atrophierung der Hypophyse nicht Diabetes insipidus.

Wenn wir mehr an das Zwischenhirn denken, so erinnern wir uns an dort befindliche Zentren für die sympathische Innervation der Augen, die Regulation der Körpertemperatur in der Norm, im fieberhaften Infekt, für den Kohlehydratstoffwechsel, sowie an die Hydrurie nach Piqûre und Splanchnicussektion. Ich stelle mir vor, daß diese Region allerdings nur eine, aber eine besonders zentrale und wichtige Etappe für die Wasserverschiebung im Körper ist. Sehr wahrscheinlich gibt es aber noch mehrere andere Zentren, Etappen, Depots der Flüssigkeitsbewegung im Körper, die normal zu einer vererbbaren Vitalreihe verbunden sind.

Ähnlich eng ist, um noch ein Beispiel anzuführen, auch die heutige Auffassung der „Kompensation" in der Kreislaufspathologie. Begrifflich umfaßt die Kompensation allerdings zugleich die Anpassung an pathologische Zustände und die Ausgleichung derselben, also eher zuviel. Man fügt aber nicht mit genügender Konsequenz hinzu: Ausgleichung, resp. Anpassung im integrativen Sinn, für den Gesamtorganismus. Es ist v. Basch zu verdanken, daß wir gegenwärtig den Kreislauf unter pathologischen Bedingungen wenigstens nicht mehr wie zu Traubes' Zeit

ausschließlich nach den Vorgängen im linken Ventrikel und im Aortengebiet, sondern auch nach den jeweilig gleichzeitigen Geschehnissen in der rechten Kammer, im Gebiet der Pulmonalarterie, den beiden Vorhöfen und den sie speisenden Venen beurteilen. Aber auch heute wird immer noch viel zu einseitig mit Blutdrucksenkung und Blutstromverlangsamung, sowie mit abnormer Aufteilung des Blutes auf die Gefäßprovinzen gedanklich operiert. Die Vitien werden hinsichtlich ihrer direkten Folgezustände viel zu sehr gleichgestellt. Sämtliche Herzfehler läßt man nur durch Hypertrophie entsprechender Herzabschnitte, welche im strikten Verhältnis zum Klappendefekt, resp. zur Ostiumenge, und nur damit, zustande gekommen sein soll und stets einfach eine strombeschleunigende Einrichtung darstellt, ausgeglichen werden. Kaum berücksichtigt wird, daß der Mensch sofort in äußerste Lebensgefahr geriete, wenn seine Aorta, z. B. bei Mitralstenose, in der Zeiteinheit wirklich praktisch zu wenig Blut zugeführt erhielte, da nachweislich auch unter diesen Verhältnissen der arterielle Sauerstoff in den Geweben nicht wesentlich anders ausgenutzt wird, wie in der Norm. Ebenso, daß speziell bei Störungen am Übergang vom venösen System zur linken Kammer die gleichmäßige Verwertung des arteriellen Sauerstoffs wegen mangelhafter Durchblutung infolge lokaler Gefäßkontraktion, Stauung und Ödem verschlechtert sein kann. Endlich daß der Gefäßtonus, z. T. verschieden in verschiedenen Gefäßprovinzen, überhaupt sich geändert hat. Das muskelschwache Herz muß dann zu einer im Verhältnis zur Norm sogar größeren Arbeit gezwungen sein. Wiederherstellung erfolgt aber unter diesen Verhältnissen, nach Maßgabe der pharmakologischen und klinischen Analyse, etwa bei Digitalisgebrauch, nicht so sehr durch Änderung des arteriellen Drucks (welch letzterer vorher gar nicht wesentlich gesunken gewesen zu sein braucht), wie durch direkte Verbesserung der peripheren Blutverteilung. Diese ist entscheidend auch für eine bessere Diurese usw. Die mechanische Leistung des Herzens kann dann, trotz eingetretener Erhöhung des Schlagvolumens und der Ventrikelarbeit für den Einzelschlag, pro Minute gegen früher sogar nicht unwesentlich geringer geworden sein. Dazu kommt aber noch, wenn z. B. aus dem Ergebnis eines Ermüdungsversuches auf das Herz geschlossen werden soll, daß man nicht bloß das Verhalten der Gefäße und ihres Tonus, sondern auch noch die Nebennierenfunktion mit in Betracht zu ziehen hat[1]). Also immer wieder vitale Reihen und Verknüpfungen von solchen!

Funktionelle Diagnostik und klinische Praxis.

5. In der klinischen Praxis können wir es wohl auch förderhin nicht umgehen, komplexe Symptomenbilder rasch gegenständlich zu begreifen, die Krankheit in ihrer Gesamtheit, so wie man ein Ding ungefähr wieder erkennt, zu überblicken, den gattungsgemäßen Zusammenhang mit äußeren (und inneren) Ursachen aufzudecken. Besondere Berücksichtigung haben die „führenden" Symptome, Schmerz, Zyanose, Ikterus u. a. erfahren. Das meinte ich, als ich oben (S. 1) von symptomatologischer Klassifikation in der Krankheitslehre sprach. Viel stärkere Berücksichtigung als bisher verdient, neben Art- und Ausbreitungsdiagnose, der prognostische Gesichtspunkt, gerade wiederum funktionell und in Hinsicht auf das Individuum.

Wenn dabei noch in einer jüngst vergangenen Periode auf die quantitative Beurteilung dieser Komplexe oder selbst speziell ins Auge gefaßter Einzelfunktionen nach Maßgabe des aus klinischer Beobachtung gewonnenen Materials verzichtet

[1]) Vgl. F. Kraus: Myocarderkrankungen. Encyclopaedie der ges. Heilkunde. 4. Aufl. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien.

wurde, wenn selbst im Falle, daß die Diagnose ausdrücklich funktionell lautete, z. B. Klappeninsuffizienz, vielfach nur ein für allemal gegebene typische und meist bloß anatomische Werte oder Entwicklungen in Rechnung kamen und individuelle Besonderheiten keineswegs immer scharf genug abgewogen worden sind, so hatte dies wohl mannigfache Ursachen. Vielfach konnten bis dahin nur indirekte und mehr äußerliche Merkmale, eben „Symptome", verwendet werden, und die Bedingungen, unter welchen die zu analysierenden krankhaften Prozesse sich vor uns abspielen, ließen sich nicht leicht konstant machen. Auch hat vielleicht die Einsicht den Ausschlag gegeben, daß in den verwickelten Syndromen sich Verschiedenes kompensiert oder steigert.

Auch noch in nächster Zeit werden deshalb die — jetzt beinahe zu rasch Mode gewordene — funktionelle Diagnostik auf einzelnen Gebieten und die klinisch diagnostische Alltagpraxis mit deren mehr gelegentlichen Befunden objektiv exakter Art getrennt ein eigenes Gebiet pflegen müssen.

Die Einbeziehung der genotypischen Konstitution, resp. der Entwicklungsarbeit in die funktionelle Diagnostik setzt die Ausarbeitung neuer Denk- und Maßmethoden voraus. Eine organizistische Verwertung wiederum muß sich jeweils auf den speziell erbrachten Nachweis stützen können, daß in einer Vitalreihe gerade in dem betreffenden Gliede eine Lücke anzunehmen ist. Sehr häufig, aber nicht immer, wird ja schon vor jeder messenden Untersuchung einer Funktion die gewöhnliche klinische Diagnostik den Krankheitsherd selbst sichergestellt haben.

Wenn eine in diesem Sinne kritisch verfahrende funktionelle Diagnostik unter Beherrschung möglichst sämtlicher gegebenen Bedingungen und deren Variation dereinst wirklich alles das Ganze betreffende, wie das lokalisierte krankhafte Lebensgeschehen zu umfassen beabsichtigt, sollte sie vorläufig nur, in systematischer Weise registrierend und messend, umgrenztes Material sammeln. Es sind zunächst verhältnismäßig einfache Vorgänge zu untersuchen, es müssen objektive Maßstäbe für Art und Größe der Arbeitsleistung der sich abhebenden Vitalreihen, in zweiter Linie erst der gesunden und kranken Einzelorgane gefunden werden.

Selbst wenn aber entsprechend scharfe Bestimmungsmethoden vorhanden sind, welche sich wirklich auf das beziehen, was getroffen werden soll, wird es bei Formulierung von Leistungsgrenzen zunächst oft als Schwierigkeit empfunden werden, daß die Funktionsgröße nicht ausschließlich durch den Umfang bestimmt ist, in welchem ein erkranktes Organ reduziert wurde, resp. intakt gebliebene Teile vikariierend eintreten, sondern daß fast immer auch schwer einschätzbare andere Glieder derselben Vitalreihe, andere Teile des Körpers, ja das Ganze des Organismus mitwirken und daß besonders der Stand des dynamischen Gleichgewichts, resp. die Arbeitsbereitschaft und Unterwertigkeit, sowie der physiologische Zustand überhaupt die Reizbarkeit, Anspruchsfähigkeit, Widerstandskraft u. a. variabel beeinflußt.

Wo der funktionellen Diagnostik schließlich als höchstes Ziel die Beantwortung der Frage gestellt wird, ob die ermittelte Arbeitsleistung eines Organs oder Organsystems ausreicht für den Gesamtorganismus, muß sie, ungeachtet aller theoretischen Berücksichtigung der verschiedenen sogenannten Individualitätsstufen (derjenigen bestimmter Gewebsabschnitte der Einzelorgane), praktisch in der Betonung der Person (nach dem Begriffe der generellen Morphologie), des Systems der vererbten Erregungsdispositionen sowie der Mittel und Wege des Verkehrs der Teile im realisierten Körper

und dessen Regulation, besonders aber gewisser typischer normaler und morbider Synergien bestimmter Organe so weit gehen, daß grundsätzlich der Terminus: Funktionieren nie bloß auf die Leistung eines bestimmten Organs als solchen, sondern immer auch auf die Wirkung dieser Leistung gegenüber anderen Gliedern der zugehörigen Vitalreihe und anderen Teilen des Individuums, eventell gegenüber dem Ganzen von allem Anfang an bezogen und somit immer die Ganzheit sowie die Integration der Einzelfunktionen mit ins Auge gefaßt wird. Das gilt natürlich auch für die weitere Frage, inwiefern die Änderung der Eigenfunktion eines Organes zur Wiederherstellung der Harmonie des Funktionierens im übrigen Körper führt. Dort wie hier ist zu beachten, daß bei der Entwicklung der Person sich umgrenzte funktionelle Zentralisierungen und Spezialisierungen gebildet haben, die auch ganz normalerweise durch andere entfernte Verbindungen gehemmt oder völlig abgelöst sein können. Wird nun das eine Teilsystem krankhaft, so können wir nicht sofort wissen, ob das andere, nunmehr in den Vordergrund tretende durch die Ontogenese im Vergleich zu Individuen mit vorherrschender zweiter Kombination schon vorher abweichend geworden war. Ich verweise z. B. auf die Ablösung von instinktivem und Willensgeschehen, auf vago- und sympathikotonische Menschen, auf pyramidale und intrasegmentäre motorische Innervation u. a. Da können wir uns also auch nicht einfach an die logische „Methode des Unterschieds“ halten, d. h. an die Beobachtung der Veränderungen, welche durch Ausschaltung eines Teils der früheren Bedingungen verursacht wird. Der Organismus wächst eben auch in der Norm nicht absolut gleichmäßig in seinen materiellen und funktionellen Elementen.

Man soll im Augenblick die funktionelle Diagnostik nicht an ihrer Leistungsfähigkeit in den komplizierten Fragen der praktischen Prognostik messen wollen. Das Herz kann nicht einem Apparat anvertrauen, resp. nicht durch eine Reaktion bekunden, ob es gleichzeitig seinen Besitzer geeignet macht, sowohl eine Hochtour, eine Narkose, resp. eine Infektion zu ertragen. Ein Organ und ein Organismus sind überhaupt nicht entweder ganz gut oder ganz schlecht. Es gibt viele Organisationsprinzipien und viele Funktionsketten. In der Zukunft muß trotzdem auch alle Prognostik funktionell begründet werden.

Wie schon jetzt die kurze seitherige funktionelle diagnostische Erfahrung bewiesen hat, bleibt aber auch bei zurückhaltendstem Vorgehen, immer vorausgesetzt natürlich die entsprechende Ausgestaltung der Untersuchungsbehelfe, für ein analytisch Reiz und Wirkung messendes Experiment schließlich der Erfolg nicht aus. Es ergeben sich zunächst neue Denkweisen, welche auch der Klinik immer wieder neue Methoden liefern. Ist die Analyse wichtiger elementarer Störungen erst einmal bewältigt, werden wir dieselben unter den verwickelten Verhältnissen der Beobachtung am Krankenbett wiederfinden und damit auch kombinierte pathologische Prozesse nach und nach ins Bereich der funktionellen Diagnostik ziehen. Experimentelle Paradigmata können uns dabei fördern, aber gelegentlich auch täuschen. Man denke z. B. an die akuten toxischen Nierenentzündungen der Laboratoriumstiere, denen man hinsichtlich ihrer Übertragung auf die menschlichen Nephropathien beides nachsagen kann.

Ganz im Einklang mit dem, was wir erwarten mußten, hat es sich bereits auch tatsächlich herausgestellt, daß zwischen ganz bestimmten Funktionen, resp. Funktionsreihen und ihren Abweichungen, entsprechend der genotypischen Veranlagung,

festere Beziehungen bestehen. Diese engen Zusammenhänge sind so gesetzmäßige, daß pathologische Prozesse sich gleichmäßig auf die in solcher Verknüpfung stehenden Funktionen erstrecken (ich erinnere z. B. an die kombinierten Erkrankungen der endokrinen Organe), während diejenigen, für welche solche Beziehungen nicht nachweislich sind, relativ unabhängig voneinander affiziert sein können.

Dies alles ermutigt doch auch, die erwähnte mittlere Linie zwischen einer Auflösung in Elemente und dem ererbten originären Zusammenhang der letzten Größen einer — und dem auf wechselseitiger Induktion im Phänotypus beruhenden andererseits schärfer festzulegen.

B. Artexemplar (Person), Individuum.

Das Artexemplar in der Nosologie.

1. Bisher ist das Artexemplar, die Person (immer zunächst im Sinne der generellen Formlehre), klinisch (internistisch) nicht richtig, oder wenigstens nicht nosologisch erschöpfend erfaßt worden.

Die Individualität steht im Zentrum aller Fragen betreffend die Art, die Variation und Vererbung. Aber wir haben scharf zu trennen zwischen der (realisierten) Person und dem Keim mit seiner Arteigenheit.

Mit O. Hertwig[1]) müssen wir davon ausgehen, daß jede Art schon in der Keimzelle als Anlage spezifisch organisiert ist („Artzelle"). Aber es ist nicht etwa eine ganze Zelle nötig als Anfang eines neuen Individuums der betreffenden Spezies, es genügen unter Umständen auch Bruchstücke davon. An bestimmte zytologische Vorstellungen ist die Arteigenheit nicht absolut geknüpft.

Zunehmende Schärfe der Ausprägung der Arteigenheit in der Tierreihe.

2. Beim Emporsteigen von niederen zu höheren Stufen des Lebens wird die Arteigenheit immer schärfer ausgeprägt. Dies beweisen die bei der heteroplastischen Transplantation (Implantation von Körperteilen artfremder Individuen) gemachten Beobachtungen. Wir verdanken wichtige eigene Untersuchungen und Zusammenstellungen des bisher vorliegenden Tatsachenmaterials G. Schöne[2]). Artfremde Transplantationen gelingen im Pflanzen- und Tierreich bloß innerhalb enger Grenzen. Schon bei den Pflanzen ist eine gewisse Verwandtschaft der Symbionten wichtig. In diesem Rahmen besitzt aber z. B. die heteroplastische Pfropfung für die Obstzucht große praktische Bedeutung. Was die Harmonie in den von den Botanikern als harmonische und dysharmonische bezeichneten Verbindungen ausmacht, ist nur unvollständig aufgeklärt. Noch bei niederen Tieren sind artfremde Pfropfungen möglich. Schöne führt z. B. heteroplastische Vereinigungen verschiedener Arten von Hydroidpolypen, von Regenwürmern an. Selbst noch für die Wirbeltiere liegen Berichte über solche gelungene Transplantationen vor (Vereinigungen großer Teilstücke

[1]) Vgl. O. Hertwig: z. B. Werden der Organismen. Jena, Fischer, 1916.

[2]) Vgl. G. Schöne: Heteroplastische und homöoplastische Transplantation. Berlin, Springer, 1912.

H. Vöchting: Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen 1892. Experimentelle Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908.

F. Marchand: Wundheilung. Deutsche Chirurgie 1901.

E. Enderlen: Grenzgebiete Medizin und Chir., 3. Bd., 1898. Marburger Sitz.-Ber. 1898, Nr. 5. Münchner med. Wochenschr. 1910, Nr. 36.

H. Braus: Verh. anatom. Ges. XVIII. Jena 1904. Naturhist.-med. Verein, Heidelberg (med. Sekt.) 1905. Anatom. Anzeiger, 26. Bd. 1905.

D. Barfurth, H. Winkler: Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 10. Bd., Jena 1915.

von Larven verschiedener Spezies des Genus Rana, Ovarienverpflanzung vom ausgewachsenen Triton taeniatus auf Triton cristatus, allerdings bloß zwischen einander nahestehenden Spezies). Bei Säugetieren aber sind weder artfremde Hauttransplantationen möglich, noch eine Verpflanzung anderer Gewebe und Organe. Ausnahmen mag es geben (Schilddrüse?, embryonales Gewebe u. a.).

Die Ursache dieser in der Tierreihe mit der Kompliziertheit der Organisation wachsenden Schwierigkeit artfremder Transplantationen kann kaum anderswie als durch eine Steigerung der Eigenart bedingt sein. Wir werden später die Eigenart chemisch (physikalisch-chemisch) zu definieren in der Lage sein und zwischen Art- und Organspezifizität unterscheiden. Andere Momente mögen mitspielen, z. B. die Möglichkeit einer Ernährung der verbundenen Teile auch nach der Vereinigung wie vorher. Die Gärtner haben ein Verfahren, bei welchem das Edelreis und der der Wildstock verbunden werden, bevor das aufzupfropfende Reis vom eigenen Stamme abgetrennt ist (Ablaktieren). Auch für die Tiere macht Schöne einen Unterschied zwischen der Vereinigung von per se lebensfähigen Teilen und solchen, deren einer diese Fähigkeit nicht hat. Ersteres gilt z. B. bei Polypen. Oder: Parabiose bei Eskulenten ist möglich, Hauttransplantationen versagen. Teilweise erklärt sich schon dieses Verhalten aus dem speziesgemäßen Stoffwechsel. Letzterer ist aber überhaupt im wesentlichen hier das Entscheidende. Stoffwechsel und Entwicklungsarbeit der Pflanzen sind synthetisch, das Tier baut gerade sein arteigenes Eiweiß nicht aus anorganischen Bausteinen auf. Dadurch sind die Pflanzen und ebenso wohl noch gewisse niedrige Tiere in einer gewissen Breite unabhängig von der Form, in welcher die Nahrungsstoffe sich darbieten. Der tierische Organismus hat aber, je weiter seine Differenzierung fortgeschritten ist, desto mehr eine Kombination ganz bestimmter Nahrungsbausteine nötig, welche zu seinen Fermenten passen, wie zum Schlüssel das Schloß. Schon das innere Medium (Blut) der Tiere enthält keine artfremden chemischen Bestandteile. Wenn Carrel findet, daß Explantate von Geweben selbst höherer Tiere und des Menschen in künstlichen Nährmedien sogar zur Proliferation gebracht werden können (vgl. u. S. 169), so findet dieses — übrigens sehr begrenzte — Vermögen darin seine Erklärung, daß ein Wachsen in gewissen Dimensionen auch auf Kosten der eigenen lebendigen Substanz möglich ist.

Alles in allem haben wir anzunehmen, daß die Artverschiedenheit der niederen Tiere eine geringere und demgemäß die Artcharakteristik eine weniger vollkommene ist. Man muß hierin mit Schöne vollständig übereinstimmen.

Vöchting hat für den Fall, daß (bei Pflanzen) nach dysharmonischer Pfropfung Reis und Grundstock (letzterer zum Teil) zugrunde gehen, wohl mit Recht einen vergiftenden Einfluß des Reises beschuldigt. Dies entspricht ganz und gar anderweitigen Tatsachen der Immunitätswissenschaft.

Klassifikation. O. Hertwigs Einteilung der Arten.

3. Die Vererbung ist vermittelt durch das „Artplasma" der Fortpflanzungszelle. Vererbt wird die spezifische Art der Reaktion des Systems der Anlagen (der genotypischen Konstitution) auf die Außenbedingungen. Was als äußere Eigenschaften („Phänotypus") sich darstellt, ist das Ergebnis dieser Reaktionsnorm unter der im gewissen Sinne zufälligen Kombination von Umweltsbedingungen[1]. Äußerliche Veränderungen, welche während der ganzen Individualitätsphase hervor-

[1]) Vgl. W. Johannsen: l. c.
E. Baur: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin 1914.

gerufen werden durch die Umweltbedingungen, wollen wir mit Baur in der Folge als „Modifikationen"[1]) führen, den durch sie bedingten Zustand mit Tandler als „Kondition"[2]). Da auch sie die Reaktionsnorm systematisch ändert, müssen wir der ererbten (genotypischen) eine erworbene Konstitution (die Kondition) gegenüberstellen. Der Johannsensche Phänotypus hängt sonach einmal ab von der spezifischen ererbten Reaktionsweise der Art (Rasse), zum anderen von den letzt erwähnten Außenfaktoren („Lebenslage"). Auch für die Modifizierbarkeit sind Gesetze und Regeln gefunden worden.

Alle „natürliche" organische Klassifikation will sich gegenwärtig halten an die Prinzipien, welche die Natur selbst bei der Produktion der Spezies befolgt zu haben scheint, also an reale Entstehung und verwandtschaftlichen Zusammenhang[3]). Art und Umfang der möglichen individuellen Variabilität wird gewöhnlich unter die Speziesmerkmale mit aufgenommen. Für die Art„diagnose" ist heutzutage maßgebend neben der Ähnlichkeit der Organisation und des äußeren Habitus (nb. nicht eine einzige fertige Form, sondern die Entwicklungsreihe verschiedener Formen, die Formenkette, welche in der ganzen Individualitätsphase durchlaufen wird: „Zeugungskreis") noch die Abstammung von artgleichen Eltern. In jüngster Zeit kommt hier ferner hinzu die biologisch nachweisbare Blutsverwandtschaft[1]), welche ein Maßstab zu werden verspricht für die exakte Feststellung der Größe der Artverschiedenheit zweier Lebewesen. Seit jeher aber gilt endlich als besonders wichtig die „Paarungsgenossenschaft" (die einzelnen Individuen der Art kreuzen sich fruchtbar untereinander). Aber die (sexuelle) Verwandtschaft ist unsicher.

Ganz allgemein werden jetzt die Linnéschen Arten in kleinere Gruppen zusammengehöriger Formen getrennt. Wir folgen in dieser Hinsicht völlig den einschlägigen Darlegungen O. Hertwigs. Man hat drei enger begrenzte Gruppen aufgestellt und die alten Arten als Kollektiv- (Groß-) Arten bestehen gelassen. Für die an erster Stelle zu nennende „elementare Art" ist außer den besonderen Merkmalen die Formbeständigkeit bei der Kultur entscheidend, eventuell noch Nichtkreuzbarkeit, resp. die Unfruchtbarkeit der Bastarde. Die Kenntnis der elementaren Arten wird wichtig in Anbetracht der Fragen nach der Variabilität, der Entstehung neuer Artmerkmale usw. Eine zweite Gruppe bilden „Varietäten", Unter- oder Mendelsche Arten. Als Varietäten galten früher Formen, die sich bloß in wenigen untergeordneten, der Variation mehr ausgesetzten Merkmalen unterscheiden, welche sich untereinander befruchten und fruchtbare Bastarde erzeugen. Jetzt wissen wir, daß die aus der Verbindung von Varietäten hervorgegangenen Bastarde bei der weiteren Zucht den (später zu besprechenden) Mendelschen Regeln folgen. De Vries

[1]) E. Baur: l. c.

[2]) J. Tandler: Zeitschr. f. angewandte Anatomie und Konstitutionslehre I, 1. H. 1913.

[3]) Vgl. E. Haeckel: Generelle Morphologie. Zwei Bände. 1866.

L. Plate: Prinzipien der Systematik. Kultur der Gegenwart. Teil III, Abt. 4, Bd. IV. 1914.

H. de Vries: Mutationstheorie, Versuche und Beobachtungen über die Entstehung von Arten durch Mutation 1901. Arten und Varitaten und ihre Entstehung durch Mutation. Vorlesungen. Deutsch von H. Klebahn, Berlin, 1906.

W. Johannsen, O. Hertwig: l. c.

H. Friedenthal: Arch. Anat. Physiol. 1900, 1905. Sitzber. Berl. Akad. 1902.

[1]) H. Friedenthal: l. c.

W. Magnus und H. Friedenthal: Ber. dtsche botan. Ges. 24. Bd., H. 10. 1906.

definiert demnach überhaupt die Varietät ausdrücklich als Formen, welche bei gegenseitiger Kreuzung in allen Merkmalen dem Mendelismus gehorchen. Im „wilden" Zustand sind die Varietäten formbeständiger, als die „Kultur"varietäten es zu sein pflegen. Die Ursache liegt eben in der beständigen Wiederholung der Kreuzungsbefruchtungen, in der Kombination und Spaltung der Gene (Anlagen). Durch Inzucht lassen sich auch die Kulturvarietäten formbeständiger machen („Befestigung der Erbformel"). Johannsen hat endlich drittens die „reinen Linien" (Biotypen[1])) eingeführt. Bei spezieller Untersuchung darüber, wie individuelle Verschiedenheiten ausschließlich infolge ungleicher Lebenslage entstehen, wird man natürlich zweckmäßig mit einem Material, welches nicht außerdem anderweitig verursachte Verschiedenheiten zeigen kann, arbeiten. Pflanzen, die sich nur durch Selbstbefruchtung, nur „autogam", fortpflanzen, liefern ein solches einwandfreies Material, wenn man, von einem Samenkorn ausgehend, eine große Zahl von pflanzlichen Nachkommen züchtet. Eine analoge reine Linie bildet der „Klon"[2]), d. h. der reine Zweig asexuell propagierter Tiere und Pflanzen (Nachkommenschaft eines sonst allogamen Organismus bei exklusiv ungeschlechtlicher Vermehrung). Auch die parthenogenetische Vermehrung käme hier in Betracht. Bei der Befruchtung vereinigen sich zwei Gameten zu einer Zygote, welche also, mit jenen verglichen, eine Doppelnatur besitzt. Die Zygote ist homogen doppelter Natur, wenn die beiden konjugierenden Zellen dieselben Gene, also gleiche Genotypen enthalten (Homozygote), oder, wenn verschiedene Genotypen, heterogen doppelter Natur (Heterozygote[3])). Eine reine Linie, deren Verhalten für die Erblichkeitsforschung die erste Grundlage bilden müßte, umfaßt somit homzygotische Individuen, durchaus Nachkommen eines selbstbefruchtenden Verfahrens. Innerhalb einer elementaren Art stellen sie einen Biotypus dar. In solche Biotypen sind auch die Mendelarten noch zerlegbar.

Homosapiens.

4. Von den erwähnten Kriterien des Artbegriffes (morphologische Unterscheidbarkeit, physiologische Fortpflanzungsunfähigkeit mit anderen Arten) kommt für den Menschen bloß das erstere in Betracht. Die Hominidae sind eine Gruppe der Ordnung der Primaten. Mensch und Anthropomorphae besitzen identische Plazentarformen. Auch die Präzipitin-Reaktion und die Bordetsche Verwandtschaftsreaktion, sowie die Bluttransfusionsversuche sprechen, wie vor Allen Friedenthal[4]) betont hat, für eine besonders enge Verwandtschaft zwischen diesen beiden und noch den Hylobatiden. Der Pithecanthropus erectus, dessen systematische Stellung als unsicher gilt, steht noch tief unter dem Homo Neandertalensis. Martin[5]) läßt die Hominiden nur durch ein Genus und zwei Spezies vertreten sein: H. Neandertalensis (primigenius) und sapiens. In der ersteren Art, resp. aus teilweise anderen systematischen Gesichtspunkten, spricht man aber noch vielfach von H. Heidelbergensis,

[1]) Vgl. W. Johannsen: Erblichkeit in Populationen und reinen Linien. Jena 1903.

[2]) Vgl. G. H. Shull: Genotypes, Biotypes, Pure Lines and Clones, Science T. 35. 1912.

[3]) W. Bateson: Mendels Vererbungstheorien. Deutsch von A. Winckler. Leipzig u. Berlin 1914.

[4]) H. Friedenthal: Arch. Anat. Physiol. physiol. Abt. 1900, 1905. Sitz.-Ber. Ak. Wissensch., Berlin 1902. Zeitschr. f. Ethnol., 42. Bd., 1910.

Uhlenhuth: Corr.-Bl. Anthropolog. Gesellschaft, 35. Bd. Arch. f. Rassenbiol., 1. Bd., 1904. Beihefte zur Med. Klinik, Jahrg. 3, H. 9, 1907.

[5]) R. Martin: Lehrbuch der Anthropologie. Jena, Fischer, 1914.

E. Fischer: Anthropogenese, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 1. Bd., Jena 1912 (reiche Literatur!).

H. Moustierensis, H. Aurignacensis, H. Krapinensis, H. Spyensis. Eine Liste der quartären Menschenreste findet man im Werke Martins; ebenso eine solche der Rassen des fossilen H. sapiens. Die rezenten Formengruppen des H. sapiens werden (im zoologischen Sinn) gewöhnlich als Rassen aufgefaßt, da es sich um in Domestikation befindliche Varietäten handelt. Die nachweislichen Übergänge der Merkmalkomplexe sind wohl zum Teil ursprünglich, beruhen aber vermutlich auch auf Kreuzung. Auch „Elementar"arten hat man in der „Kollektiv"spezies Homo sapiens aufgestellt. Endlich spricht man noch von „Typen" (Unterrassen), geschlossene geographische Lokalformen, deren Merkmale durch Selektion und Inzucht erblich konstant werden. Höchst wichtig ist die anthropologische Tatsache, daß die einzelnen Merkmale sich ohne Rücksicht auf das Geschlecht vererben. Sexuelle Auslese und Endogamie werden demnach gewöhnlich als Hauptfaktoren der Rassendifferenzierung angesehen.

Mit der gebotenen Reserve (die Einteilungen sind bisher exklussiv morphologisch und sehr vorwiegend auf rein äußerliche Momente gestützt, Änderungen der einschlägigen Anschauungen sind vorauszusehen) stelle ich, in Martins Zusammenfassung, die Denikersche Klassifikation der Menschenrassen[1]) hierher:

Varietäten des H. sapiens.

I. Krauses Haar, breite Nase.

	Gelbliche Haut, steatopyg, kleine Statur, dolichokephal	Buschleute (Hottentott u. Buschmann)
Dunkle Haut	Rötlichbraune Haut, sehr kleine Statur, mesokephal	Negrito (Negrillo u. Negrito)
	Schwarze Haut, große Statur, dolichokephal	Neger (Nigritier u. Bantu)
	Braunschwarze Haut, mittlere Statur, dolichokephal	Melanesier (Papua u. Melanesier)

II. Gekräuseltes bis welliges Haar.

Dunkle Haut	Rötlichbraune Haut, schmale Nase, große Statur, dolichokephal	Äthiopier
	Schokoladenbraune Haut, breite Nase, mittlere Statur, dolichokephal	Australier
	Braunschwarze Haut, breite bis schmale Nase, kleine Statur, dolichokephal	Dravida
Hell lohgelbe Haut	Schmale gekrümmte Nase mit plumper Spitze, brachykephal	Assyrer

III. Welliges, braunes Haar, dunkle Augen.

Hellbraune Haut		dunkles Haar, schmale, konvexe Nase, große Statur, dolichokephal	Indo-Afghanen
Hell, lohgelbe Haut, dunkles Haar	Große Statur längliches Gesicht	Adlernase, vorgewölbtes Hinterhaupt, dolichokephal, elliptisches Gesicht	Araber oder Semiten
		Gerade, plumpe Nase, dolichokephal, niedriges Gesicht	Berber
		Gerade, feine Nase, mesokephal, ovales Gesicht	Atlanto-Mittelmeer-Europäer
	Geringe Statur, dolichokephal		Iberer
Gelblich weiße Haut, braunes Haar		Kleine Statur, ausgesprochen brachykephal, rundliches Gesicht	West-Europäer
		Große Statur, brachykephal, längliches Gesicht	Adriat-Europäer

[1]) J. Deniker: Bull. Soc. Anthrop. Paris. Sér. 3, T. 12. Les races de la terre. Paris 1900, 1914.

IV. Helles, leicht welliges oder schlichtes Haar, helle Augen.

Haut	Merkmale	Rasse
Rötlich weisse Haut	Leicht welliges blondes Haar, große Statur, dolichokephal	Nord-Europäer
	Schlichtes, flachsfarbiges Haar, kleine Statur, mesokephal	Ost-Europäer

V. Straffes, bis leichtwelliges, dunkles Haar, dunkle Augen.

Haut	Merkmale	Rasse
Hellbraune Haut	stark behaarter Körper, breite konkave Nase, dolichokephal	Aino
Gelbliche Haut, geringe Körperbehaarung	Vorspringende, leicht konvexe Nase, große Statur, elliptische Gesichtsform, brachy- bis mesokephal	Polynesier
	Geringe Statur, flache, meist konkave Nase, vorstehende Wangenbeine, rautenartige Gesichtsform, dolichokephal	Indonesier
	Geringe Statur, vorspringende gerade oder konkave Nase, mesodolichokephal	Süd-Amerikaner

VI. Straffes Haar.

Haut	Merkmale		Rasse
Gelbliche Haut	Gerade oder Adlernase	Große Statur, mesokephal	Nordamerikaner
		Geringe Statur, brachykephal	Zentral-Amerikaner
	Gerade Nase, große Statur, brachykephal, eckige Gesichtsform		Patagonier
Braungelbe Haut	Kleine Statur, rundes, flaches Gesicht, dolichokephal		Eskimo
Gelblich weiße Haut	Gestülpte Nase, kleine Statur, brachykephal		Lappländer
	Gerade oder konkave Nase, geringe Statur, meso- bis dolichokephal, vorstehende Wangenbeine		Ugrier
	Gerade Nase, mittlere Statur, stark brachykephal		Turko-Tataren
Fahlgelbe Haut	Vorstehende Wangenbeine, Mongolenfalte, leicht brachykephal		Mongolen

Speziell für Europa würden sich (unter Berücksichtigung der Komplexion, Körpergröße und des Längen-Breiten-Index) nach Deniker die folgenden 6 Rassen ergeben:

1. die nordische Rasse: blond, dolichokephal und groß (Homo europaeus verschiedener Autoren);
2. die östliche Rasse: blond, leicht brachykephal und klein;
3. die iberische Rasse: brünett, dolichokephal und klein (Homo meridionialis);
4. die westliche Rasse: brünett, sehr brachykephal und klein (Homo alpinus);
5. die Atlanto-Mittelmeer-Rasse: brünett, mesokephal und groß;
6. die adriatische oder dinarische Rasse: brünett, brachykephal und groß.

Gegen die Selbständigkeit einiger dieser Rassen erheben Martin und Andere aber Bedenken.

Variabilität. Beschaffenheit der Organismen. Genealogie.

5. Johannsen unterscheidet zwischen der Beschaffenheit gegebener fertiger Organismen und den Verwandtschaftsverhältnissen.

Erstere — die Beschaffenheit — umfaßt zunächst die realisierten persönlichen Eigenschaften. Diese äußere Beschaffenheit setzt sich aus meßbaren Realitäten zusammen, welche den Phäno- (Erscheinungs-) Typus ausmachen. Typus im allgemeinen ist für Johannsen ein Maß eines Einzelnen in der Beschaffenheit, resp. diejenige Intensität einer speziellen Eigenschaft, um welches (welche) die zur betreffenden einheitlich aufgefaßten Population gehörenden Individuen variieren, derart, daß dieses Beschaffenheitsmaß, rein zahlenmäßig betrachtet, die Mitte der Abweichungen ist. Die symmetrische Verteilung der Varianten um den Mittelwert

stellt sich binomial heraus, die Abweichungen folgen dem Gesetz der „zufälligen Fehler".

Etwas ganz anderes als die phänotypische Kondition ist die durch die Gameten repräsentierte fundamentale Organisation oder genotypische Konstitution, die art- und individualgemäße systematische Kombination aller Entwicklungsansätze, bzw. die Reaktionsnorm der Gameten, sowie der Zygote (die einzelnen Elemente, bzw. Einheiten des Genotypus heißen Gene). Gleich der chemischen Konstitution tritt auch der Genotypus als solcher nicht unmittelbar in Erscheinung. Zum gleichen Biotypus gehört, was isogen (genotypisch identisch) ist. Individuen desselben Bio- können also einen verschiedenen Phänotypus aufweisen, je nach dem persönlichen Entwicklungsverlauf, und wiederum isophäne nicht isogen sein.

Was die Genealogie (Abstammungs-Verwandtschaftsverhältnisse) betrifft, sagen die üblichen Bezeichnungen Aszendenten, Eltern, Kindern usw. Deszendenten recht wenig Sicheres aus in betreff dieser Beschaffenheit. Nur ganz spezielle Deszendenzreihen (reine Linie, Klon) sind in bestimmtem Betracht sicher. Jede Population einer Spezies aber setzt sich zusammen aus erblich, resp. genotypisch völlig verschiedenen Individuen, deren gegenseitige Unterschiede bei jeder geschlechtlichen Fortpflanzung kaleidoskopartig sich neu verknüpfen. Ein zweiter Faktor dieser „fluktuierenden" Variabilität ist die Wirkung der Lebenslage. Vilmorin[1]) hat nach dem „Isolationsprinzip", seither „Prinzip der individuellen Nachkommenbeurteilung" genannt, aus solchen Gemengen durcheinander gemischter Individuen die gleichveranlagten herauszusondern versucht, indem er die verschiedengradige Ausbildung eines bestimmten Merkmals durch getrennte Beobachtung der Nachkommen entweder jedes einzelnen Individuums in einer Reihe aufeinanderfolgender Generationen oder wenigstens in genügend zahlreichen Stichproben prüfte. Natürlich sind die Ergebnisse einwandsfrei bloß dann, wenn bei der Fortpflanzung Fremdbefruchtung sich ausschließen läßt, also bei Organismen mit ungeschlechtlicher, parthenogenetischer Vermehrung, oder solchen mit weiblichen und männlichen Gonaden, so daß Selbstbefruchtung möglich ist (Pflanzen!). Die individuellen Variationen infolge lediglich ungleicher Außeneinflüsse folgen, wie gesagt, statistisch der sogenannten Zufallskurve (Binomialformel)[2]). Wenn in einem Beete zwei verschiedene reine Linien mit verschiedenen Modifikationskurven durcheinander wachsen, wird die statistische Aufnahme des ganzen Beetes zweigipflig[3]). Da auch andere Ursachen mehrgipflige solche Kurven bewirken, ist der umgekehrte Schluß aus der Kurve auf zwei Biotypen, wie wir sehen werden, nur sehr eingeschränkt zu wagen.

Das Vorstehende können wir mit Johannsen für den Menschen dahin zusammenfassen, daß zwei verschiedene Personen kaum jemals genotypisch identisch sind. Wir müssen immer das genotypisch Individuelle und die phänotypische Variabilität unter Einwirkung der Umwelt während der Ontogenese (selbst auf die Isogenen der reinen Linien!) trennen. Es fragt sich ferner, ob noch zwischen der

[1]) Vgl. L. Vilmorin: Notions sur l'amélioration des plantes par les semis Nouv. éd. Paris 1886. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena, Fischer, 1913. O. Hertwig: Werden der Organismen. Jena, Fischer, 1916.

[2]) Vgl. Quételet: Anthropometrie. Paris 1871.

[3]) Vgl. Johannsen, Baur: l. c.

gewöhnlichen Reihenvariation innerhalb einer Population und der durch die Lebenslage bedingten Verschiedenheit ganzer Gruppen von Individuen scharfe Grenzen gezogen werden können. Wesensgleich sind jene Individuen- und die Gruppenverschiedenheiten nicht durchaus. Bei letzteren entscheidet gewöhnlich ein ganz bestimmter Umweltfaktor, der mehrere Generationen hindurch wirksam bleibt.

Ebenso werden wir Johannsen zustimmen müssen, wenn er die gewöhnlichen Verwandtschaftsbezeichnungen nur für sich als solche verwendet wissen will. Die mit der genotypischen Konstitution gegebene Reaktionsnorm hängt mit denselben nur recht unsicher zusammen, man kann von der Abstammung nicht direkt auf den Genotypus, und umgekehrt, schließen. Der Grund liegt darin, daß, wie wir noch sehen werden, das Individuum eine Summe relativ unabhängig vererbbarer Charaktere darstellt.

Weismanns Lehre. Keimplasma. Soma. Das originäre Ganze. Organspezifizität.

6. A. Weismann[1]) teilt den zusammengesetzten Organismus in einen kontinuierlich sich fortsetzenden, potentiell unsterblichen, nicht differenzierten Teil (das Keimplasma) und das Individuum in engerem Sinne, den die Person repräsentierenden Körper mit seinen spezialisierten Organen (Geweben) ein. Wir werden diese Lehre später noch eingehend zu würdigen haben. Ich selbst betrachte die (höheren) Organismen aus entwicklungsgeschichtlichen, physiologischen und pathologischen Gesichtspunkten als Ganzes. Daß alle Teile derselben zur Person, zum Individuum verbunden sind, ist nichts Theoretisches, sondern eine grundlegende Erfahrung, welche besonders den Menschen auch in allen seinen Beziehungen zu Umwelt und Mitmenschen erst verständlich macht, mag der naturwissenschaftliche Weg oder derjenige der Introspektion betreten werden. Gewisse, eine Vereinigung der Gegensätze ermöglichende Zugeständnisse hat Weismann durch die Annahme des inaktiven (Reserve-) Keimplasmas und der Germinalselektion gemacht. Die Tatsachen der wechselseitigen Induktion der Konstituenten der Organisation, z. B. diejenigen der inneren Sekretion in Physiologie und Pathologie machen es jedoch einfach unmöglich, Gameten, Gonaden und Körper absolut auseinanderzuhalten. Der exakten Erblichkeitslehre folgend, werden wir, das Bedeutende und Richtige in Weismanns Ideen festhaltend, aber von exklusiv morphologischen Auffassungen abgehend, im folgenden die in der Zygote gegebene genotypische Konstitution den Reaktionen des während der Dauer der Individualitätsphase überhaupt die Entwicklungsarbeit im weitesten Wortsinn leitenden „Ganzen im Organismus" zugrunde legen, jedoch unter Berücksichtigung der erreichten gestaltlichen und funktionellen Differenzierung der Körperteile und der früher erwähnten Vitalreihen, welche selbst auch schon Reaktionsergebnis ist. Von einem originären Ganzen muß gesprochen werden, weil der Biotypus der Art (der Rasse) vom Beginn der Individualitätsphase alle Elemente des Organismus durchdringt, und weil jeder Differentiation eine Integration das Gleichgewicht hält. Ich stelle die genotypische Konstitution als das Reagierende nicht bloß den Reaktionserfolgen, resp. den realisierten persönlichen Zuständen und Leistungen gegenüber. Ich werde auch die individual-, spezies- (rassen-) gemäße Reaktionsnorm, wie sie sich in der Artspezifizität, im Fermentleben, in allen phänotypischen Korrelationen, in den Simultankontrasten usw. ausdrückt, und den in

[1]) A. Weismann: Vorträge über Deszendenztheorie. 2. Aufl. Jena 1904. Das Keimplasma. Jena 1892. Aufsätze über Vererbung. Jena 1892. Über Germinalselektion. Jena 1896.

der Organspezifizität begründeten Funktionscharakter der Körperteile (Reizanalyse, Dynamogenese) auseinanderhalten.

Die Individuation.

7. In seiner Gesamtheit stellt das Leben in gewissem Betracht ein Kontinuum dar. Den Ideen Weismanns entsprechend ist der zeitliche Fluß des gestaltenden Prozesses innerhalb der Generationsfolge unter entsprechenden Bedingungen nicht unterbrochen, indem Keim- und somatische Zellen des vielzelligen Organismus Abkömmlinge des Eies sind, das jeweils den Tochterorganismus hervorbringt, in welch letzterem wir dann wieder Eizellen vorfinden (Weismanns Bild einer lang dahinkriechenden Wurzel, aus der sich von Strecke zu Strecke einzelne Schößlinge erheben.) Hingegen kommt es (speziell bei sexueller Fortpflanzung) zu räumlicher Zusammenhangstrennung, der eben das vielzellige Individuum entspricht. Physiologisch betrachtet, wird ein Quantum entwickelten individuellen Lebens im allgemeinen zusammengehalten in Zellen, zusammengesetzten Organismen und Stöcken, also immer durch organische Strukturen. Alle drei stellen selbständig existierende Artexemplare dar. Auf den Keim, nicht auf die realisierte Person bezogen: Lebensquanten, wie es etwa größere und kleinere Wasserwellen gibt. Stärkere Winde erzeugen im Gewässer einen höheren Wellengang. Nach Aufhören derselben verwandelt sich die Bewegungsenergie der gröberen Wellen in solche von feineren, bis, am Schlusse, alle sichtbare Bewegung in Wärme, die molare in molekuläre, die geordnete in ungeordnete Bewegung übergegangen ist. Je höher der Wellengang, desto mehr Moleküle haben bei der geordneten Bewegung gemeinschaftliche Geschwindigkeit. Ebenso aber, wie sich unter vergleichbaren Bedingungen etwa die Lichtstrahlung nicht schließlich auf den ultravioletten Teil des Spektrums zurückzieht, sondern die entsprechende Umwandlung ein ganz bestimmtes Ende findet, worauf der Strahlungszustand in jeder Hinsicht stabil bleibt[1]), ebenso, wie also die Strahlenenergie in bestimmten endlichen Quanten zusammengehalten wird, umso stärker, je kürzer die Wellen sind: ebenso gibt es im Strome des Lebens „Tropfen" verschiedener Größe, ebenso findet die organische Entwicklung besondere (phänotypische) Gleichgewichte in Zellen, zusammengesetzten Organismen, Stöcken. Sie alle sind realisierte Quanten vitaler Integration, ähnlich wie, im Sinne eines anderen Vergleiches von Planck, ein Kautschukschlauch jeweils plötzlich seinen Inhalt verliert, wenn Luft allmählich eingepreßt wird.

Person.

8. Im Einklang mit dem Sprachgebrauch der Zoologen (und auch der Laien) haben E. Haeckel und O. Hertwig[2]) das Individuum κατ᾽ ἐξοχήν der Metazoen „Prosopon" oder „Person" genannt (in der Botanik entspricht Sprosse oder Blast). Da bei den meisten höheren Pflanzen und z. B. bei den Cölenteraten diese Individualitäts„stufe" nur als „subordinierter" Bestandteil einer noch höher stehenden Einheit, nämlich des Stockes erscheint, soll auch sie nur auf relative Geltung Anspruch erheben können. Aber sie stellt in der generellen Formenlehre das gestaltliche Substrat der physiologischen Individualität wenigstens bei sämtlichen Vertebraten und den Arthropoden dar.

„Persona" ist ursprünglich, im Altertum, die den Rollencharakter des Schau-

[1]) Vgl. M. Planck: Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis. Leipzig, Barth. Prinzipien der Erhaltung der Energie. 2. Aufl. Leipzig 1900.

[2]) E. Haeckel: Generelle Morphologie. 2 Bände. 1866.

O. Hertwig: Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Jena, Fischer, 1912.

spielers ausdrückende, den ganzen Kopf bedeckende Maske. Dann eben diese Rolle und endlich der Schauspieler selbst in der Rolle. Im 16. Jahrhundert wurde das Fremdwort mit der Übertragung lateinischer Komödien bei uns im gleichen Sinne heimisch.

Verallgemeinert bezeichnet Person überhaupt ein Einzelwesen, ein Artexemplar, sowohl der äußeren Erscheinung nach, als hinsichtlich der gesamten Organisation, inbegriffen die spezielle Psychik. Das Kind differenziert sein „Ich" aus der „Welt" heraus. Diese plötzliche isolierende „Offenbarung" der eigenen Persönlichkeit, der individuellen Identität, schildert besonders Percival Lowell[1]) als eine Art unheimlichen Erwachens. Vermöge des Persönlichkeitsgefühls erleben wir uns trotz aller Zunahme der Erfahrung als „dieselben". Besonders wiederum nach Lowell wäre der Grad, in welchem die verschiedenen Menschenrassen die Kraft dieses Ichgefühls empfinden, sehr ungleich: je weiter westwärts, desto persönlicher werden die Völker. Für die fernöstlichen Menschen, besonders die Buddhisten, ist die geistige Individualität bloß eine „flüchtige Illusion". Die Persönlichkeit ist sonach rasse- und individualgemäßes Entwicklungsprodukt. Sie ist wie die organische von gleichen Gesetzen der Erblichkeit beherrscht. Die Konstellation der Umgebungsbedingung ist auch hier ein mit entscheidender Faktor. Die Vitalreihe des Ich schließt den Instinkt der Selbsterhaltung in sich ein. Schon vor längerer Zeit wurde von mir der Nachweis versucht[2]), daß die Todesfurcht vor allem an die großenteils unbewußte Angst vor Gefährdung des Ich geknüpft ist, obwohl wir den Körper (besonders im Alter) als „etwas Abtrennbares" ansehen lernen. Im speziellen Sinne ist die Individualität uns als Kraft resp. als Stimulus in unserem Inneren „bewußt". Auch geistige Individualität müssen wir jedoch als objektive, naturwissenschaftlich zu behandelnde Tatsache anerkennen. Persönlichkeit wollen wir mit Lowell auch noch (im prägnanten Sinn) als das Etwas bezeichnen, was ganz unmittelbar, nicht über den Umweg der Reflexion, von der Individualität auf fremdes Bewußtsein bewirkt wird.

Person und Individuum als Gegenstand grundlegender biologischer Erfahrung, mag sie sich auf das genotypische Ganze oder auf die Korrelation im Phänotypus oder auf Selbstbeobachtung stützen, stehen für uns an Bedeutung weit über die noch so fundamental different aufgefaßten Unterschiede, welche die objektiv-naturwissenschaftliche Betrachtung und die Introspektion in den Eigenschaften der Organismen aufdecken (Physisches-Psychisches): wir suchen in ihnen allen die Bedingungen des einheitlichen organischen Systems, in dessen Beziehungen zur Umwelt und zu gleichartigen und anderweitigen Lebewesen, von denen jenes, auch auf den höchsten vitalen Stufen, nie losgelöst werden kann[3]). Unsere Darstellung macht die Bedingungen des geno- und des phänotypischen Systems zu einem Noumenon, das ebenso entfernt ist von der naiven Persönlichkeitsauffassung, wie von den jetzt vorherrschenden Anschauungen in Biologie und Pathologie, welche sich mehr oder weniger ausschließlich an die Autonomie der Teile halten. Wir werden sehen, daß die Person physisch und psychisch eine distributive und kollektive

[1]) P. Lowell: Die Seele des fernen Ostens. Deutsch. Jena, Diederichs, 1912.

[2]) F. Kraus: Tod und Sterben, akad. Rede, 1911.

[3]) Vgl. auch W. Stern: Person und Sache. Leipzig, Barth, 1906. Psychologie und Personalismus. Leipzig, Barth, 1917.

Existenz hat. Zutreffend betont Stern, daß (ähnlich wie in der Biologie und Pathologie die Teile zu einseitig berücksichtigt worden sind) auch in der Psychologie es bisher, gleichfalls wegen Vernachlässigung des Personalismus und wegen des ausschließlichen Hervorkehrens der Mannigfaltigkeit in den seelischen Phänomenen, nicht gelungen sei, die Tatsachen in ein System der Ordnung zu bringen. Hier wie dort wurde die tatsächliche Einheitlichkeit wenigstens vorwiegend im Sinne bloßer Aggregation gedeutet. Mir selbst kommt es vor allem auf eine schärfere Abgrenzung der kollektiven und distributiven Existenz (des „Einheits-" und des „Mannigfaltigkeitsprinzips") im physischen wie im psychischen Gebiete an. Natürlich gehe ich von meinem Standpunkt nicht soweit, jeweils die Mannigfaltigkeit nur durch das Einheitsprinzip verstehen zu wollen, beide sind vielmehr gleichberechtigt. Physiologie und Anthropologie können mit Rücksicht auf die Unterschiede des Physischen und Psychischen das physische Individuum gesondert betrachten, die Biologie und vor allem die medizinsche darf es nicht, weil dadurch speziell das menschliche Individuum etwas uns völlig Fremdes, nur halb Verständliches wird. Physisches und Psychisches sind für mich beide in der lebendigen Organisation des Individuums begründet. Ein physisches und psychisches „Schichtensystem"[1]), welches die Staffelung jeder Schicht (physische und psychische Phänomene, Akte, Dispositionen, Organismus — Ich) als völlig andersartige logische Kategorien hinstellt, halte ich methodisch nicht für zweckmäßig anzunehmen. In concreto erscheinen physische und psychische Elemente gewöhnlich nicht für sich bestehend, sondern verbunden. Das tatsächlich Verbindende und Trennende liegt stets auf der physischen Seite (in der Organisation): Geistige Vorgänge sind durcheinander selbst unbestimmbar[2]), die psychischen „Akte" sind gemischte Vitalreihen. Das Relativitätsprinzip, welches den Untersucher von sich selbst als Bezugskörper befreit, läßt auch das (psychisch) Gegebene an sich in der Analyse nicht als undenkbar verwerfen, trotzdem es „einem Jemand" gegeben sein muß. Die physische „Mannigfaltigkeit" im Organismus nimmt keine „dienende Stellung" im Organismus ein, diese Auffassung wäre ein Rückfall in den naiven Personenglauben, das autonome Leben der Teile ist ebenso Tatsache wie das kollektive. Das Verhältnis, resp. die mittlere Linie zwischen Vielheits- und Einheitsprinzip im Organischen wird nicht zutreffend charakterisiert als völlig differentes Projektionsfeld im Individuum als Spitze desselben. Aus dem Folgenden wird hervorgehen warum ich es perhorresziere, die Art des Zusammenwirkens der vitalen Elemente zu Strukturen oder Leistungen als durch „den Zweck des Gesamtorganismus" bestimmt hinzustellen. Der Wirkungsfaktor, dem eine solche teleologische Aufgabe in den Vitalreihen (Akten) obläge, ist nicht erfindlich. Alles Tatsächliche ergibt sich aus dem organischen System. Wir sind es, welche die zielstrebige Tendenz einlegen. Das Gleiche gilt von den Dispositionen in der Biologie. Alle diese Dinge entziehen sich einer rein formalen Betrachtung, sie erfordern objektive Beobachtung und experimentelle Untersuchung. Immer wieder werden wir uns ja gedrängt fühlen, als das Dasein, dessen wir am gewissesten sind, unser eigenes anzusehen. Ein mechanisches Übertragen des introspektiv Gewonnenen auf die Physis (das „Äußere") ist aber unzweckmäßig. Umgekehrt ist die psycho-physische Zuordnung mehr als eine „physiologische Illustra-

[1]) Vgl. W. Stern: l. c.

[2]) Vgl. auch J. Petzoldt: Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung. Leipzig, Teubner, 1900—1904.

tion" des Verstellungsverlaufs, der konsequente psycho-physische Parallelismus ist ein Organisationsprinzip, welches mit dem Bestimmen des Psychischen als einseitig abhängige Variable des Physischen (im rein mathematisch-funktionalen Sinne) auch ein grundlegendes principium individuationis ist

Individuelles und Individuum.

9. Aus allgemeinsten Gesichtspunkten ist das Individuelle[1]) zunächst der Gegensatz zum Allgemeinen. So kann man (ohne daß ich selbst daraus die gleichen Schlüsse ziehen möchte) mit H. Driesch[2]) sprechen z. B. von „Individualität der Zuordnung als Kriterium der Handlung". Letztere wäre demnach stets ein individualisierten Reizen entsprechender, ebenfalls speziell, jedoch in anderer Weise individualisierter Effekt, wobei es hinsichtlich des Reizes und der Reaktion auf die Totalität in der Besonderheit ankommt. Goltz[3]) meint etwa dasselbe mit seiner Antwortreaktion. Auch die Lehre von der Chromosomenindividualität würde hierher gehören.

Jedes Ding ist, wenn wir es auf andere beziehen, zunächst ein Ding für sich, ein Individuum. Etymologisch bedeutet Individuum speziell ein Ding, welches nicht geteilt werden kann, ohne daß es zu sein aufhört, was es vorher gewesen ist. Auf das Lebewesen angewendet, käme es dabei vor allem auf die Entwicklung und auf die Fortdauer des Lebens an. In Wirklichkeit existiert aber kein organisches Einzelwesen, welches letztere Bedingung streng erfüllte. Einzellige Lebewesen erfreuen sich nach der (in bestimmten Grenzen) experimentell vorgenommenen Teilung im unverminderten Umfang des (regenerativen) Lebens. Ein Exemplar z. B. von Stentor kann in 5—7 Stücke zerlegt werden, die sich verhalten wie das normale Individuum. Bei Eizellen kommt es darauf an, daß jedes Stück etwas von allen Eizonen erhalten

[1]) Johannes Müller: Handbuch der Physiologie des Menschen. I. Bd., 2. Kap. der Prolegomena (Vom Organismus und vom Leben). II. Bd., 1. Abschn., 7. Buch usw. Koblenz 1840.

Schleiden: Grundzüge der wissenschaftl. Botanik, III. Aufl. 1850. II.

Milne Edwards: Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée, 1857, T. 1, Introduction à la Zoologie générale. Paris 1851.

A. Braun: Individuum der Pflanze. Abh. Berl. Ak. 1853.

Leuckart: Über den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinung der Arbeitsteilung in der Natur. 1851.

V. Carus: Syst. d. tier. Morphologie, 2. Buch, 6. Kap.

Th. Huxley: Upon animal individuality, Proceed. of the royal institution. Nov. ser. Vol. I. 1855. S. 184.

Bronn: Morphol. Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper usw. 1858.

M. Schultze: Über Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe, Reichert: du Bois Arch. 1861, S. 2.

A. Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. Leipzig, Engelmann.

E. Haeckel: Generelle Morphologie. 2 Bände. 1866.

O. Hertwig: Allg. Biologie. 4. Aufl. Jena, Fischer, 1912.

Naegeli: Individualität in der Natur. Monatsschr. des wissenschaftl. Vereins Zürich, 1856, und: Mechan. physiol. Theorie der Abstammungslehre 1884.

H. Spencer: l. c. Prinzipien der Biologie. Bd. I.

Henneguy: La notion de l'individualité en biologie 1911.

F. Le Dantec: L'unité dans l'être vivant, Paris, Alcan 1902 (vielfach benutzt im Folgenden).

E. Korschelt: Lebensdauer, Altern, Tod. Jena, Fischer, 1917.

K. Drucker: Atomlehre, Handw. Naturwissensch. I. 1912 (Chemisches Individuum).

[2]) Vgl. H. Driesch: Philosophie des Organischen. 2 Bde. Leipzig, Engelmann, 1909.

[3]) Goltz: Beiträge zur Lehre von den Funktionen der Nervenzentren des Frosches. Berlin 1869.

H. Bergson: Materie und Gedächtnis. Paris 1896. Deutsch 1908. Jena, Diederichs.

v. Kries: Die materiellen Grundlagen der Bewußtseinserscheinungen. Tübingen 1901.

hat. Was die Vielzelligen betrifft, sei nur an die alten Versuche Tremblays erinnert, der zuerst Individuen von Hydra in eine große Zahl von Stücken zerschnitt, deren jedes eine lebende, normal beschaffene Hydra ergab. Vorausgesetzt sind allerdings Teilstücke mit Kernanteilen, die, auch zusammenhängend geblieben, den fehlenden Teil aus der entsprechenden Wundfläche regeneriert hätten. Wäre gerade die Unteilbarkeit ein maßgebendes Charakteristikum des organischen Individuums, könnte bei diesen und vielen anderen Arten gar nicht von Individuation gesprochen werden. Daran braucht aber der Individualitätsbegriff nicht zu scheitern, daß ein Individuum erst eines ist und später zu mehreren wird. Stoffwechsel und Wachstum sind die ausgleichenden Faktoren, die genotypische Konstitution vorausgesetzt.

Das Leben, wie es ist, bringt eine Reihe interferierender Tendenzen hervor: Fortpflanzung, Individuation, Verknüpfung. Wäre die zweite absolut, könnte kein vom Organismus abgehender Teil gesondert fortleben; ebenso wären geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung ausgeschlossen. Die Verknüpfung wiederum, welche auf einer hohen Stufe des Lebens ethisch und politisch teilweise entgegen gerichtet ist, hat während der Entwicklung, man denke an gewisse Protistenkolonien, geradezu die Individuation eingeleitet, bzw. gefördert.

Wenn wir von der Unteilbarkeit des organischen Individuums sprechen, haben wir zu allermeist die erlebte „Einheit" unseres eigenen „Ich" vor Augen. Unendlich viel mehr als irgendein Tier erwirbt der Mensch die volle Vorstellung von seiner Individualität und Personalität (Selbstbewußtsein, Verantwortlichkeit) im Gegensatz zu seiner „Umgebung". Man muß sagen „erwirbt", denn das junge Kind besitzt, wie gesagt, solche Gefühle und Ideen noch nicht. Die Individuation gehört nicht bloß der psychologischen Sphäre an. Wir gehen allerdings zunächst aus von einem in dieser Form oft aufgestellten Begriff des menschlichen Individuums als eines für sich bestehenden Wesens, in dem jeder der verschiedenen Teile „integrierend zum Ganzen gehört", ausgerüstet noch jeweils mit einer „selbsteigentümlichen Beschaffenheit", wodurch es sich von allen anderen Exemplaren der Art unterscheidet, und mit jener „Einheit der psychischen Leistungen", wie sie sich namentlich als einheitlicher „Wille" bekundet. Der tiefsinnige Schlangenmythus in der Genesis legt noch größeres Gewicht auf das Verantwortlichkeitsgefühl („Erkenntnis" von Gut und Böse), resp. auf die Abkehr vom instinktiven Triebleben. Jedenfalls deckt sich Individuation nicht mit Integration.

Wir werden wohl auch daran festzuhalten haben, daß das organische Individuum überhaupt etwas ist, was dem menschlichen, als dem Typus aller Individualität, aus irgendeinem Gesichtspunkt, wenigstens in wichtigen Zügen, analog ist. Aber eine mechanische Übertragung des anthropomorphen Begriffs auf die Mannigfaltigkeit des Tierreiches und der Pflanzenwelt und damit auf die allgemeinen Fragen der Individuation bereitet viele Schwierigkeiten.

Gerade jene vermeintliche Einheit des Ich braucht nach den Ergebnissen der genetischen Psychologie allerdings der Grundlegung des Individualbegriffs prinzipielle Hindernisse nicht zu bereiten. Die Gesamtheit unserer subjektiven Erlebnisse steht, wie wir sehen werden, wirklich in einem bestimmten Zusammenhang, dem alle Inhalte angehören, von welchen wir unmittelbar Kenntnis erlangen und die wir, weil sie davon ihre eigene „Färbung" erhalten, unserem Ich zurechnen. Dieses Ich ent- und besteht vor allem aus dem „Bewußtseinsstrom", dem Gefühl „kompakter Raumerfüllung" und aus der Orientierung dienenden biologischen Vorgängen,

denen psychisch Erinnerungen, sinnliche Gefühle, „Willens"tendenzen und noch anderes entsprechen. So oft dieselben Gattungen von leiblich seelischen Erscheinungen im erlebten Zusammenhang des organischen Systems eintreten, „haben" wir dieses „Ich". Nur das Gleichbleibende der Gattung des vitalen Geschehens ist die Grundlage seiner Identität, die ihr Gepräge von der Eigenart empfängt. In seiner bevorzugten Stellung ist das Selbst hauptsächlich noch bestimmt durch seine funktionelle Verbindung mit den im gegenwärtigen Augenblick ablaufenden (bevorstehenden) Handlungen[1].

Vielfach bezeichnet Individuum im objektiven Sinne bloß die einheitliche Anschauung eines Einzelgegenstandes bestimmter Art, z. B. auch einer Geschichtsepoche. Vor allem aber kommt das lebendige Gattungsexemplar in Betracht.

Handelt es sich um einen Menschen, so wissen wir auch in der Tat sofort, was wir Individuum zu nennen haben. Individuum ist da eben der einzelne Mensch[2]. Wenn uns aber hinsichtlich der allgemeinen Begriffe beim Menschen und bei den höheren Tieren selbst Doppelmonstra höchstens gelegentlich irre machen könnten, scheint es doch, um über die Bedeutung der Individuation im allgemeinen klar zu werden, angezeigt, auch das Verhalten tieferstehender Organismen näher zu betrachten.

Individuation.

10. Die allgemeinste Vorstellung des organischen Individuums geht aus von der Anhäufung chemischer Energie um den einzelnen Keim. Diese Anhäufung ist eine Arbeit (Entwicklungsarbeit), der Organismus bemächtigt sich seiner Energievorräte. Der Tierkörper leistet den größten Teil jener Arbeit nicht direkt durch Synthese aus den elementaren Grundstoffen, sondern aus chemischen Bausteinen, welche die Pflanzen hergestellt haben. Der Brennwert der Wachstumsbausteine ist nur unerheblich niedriger als derjenige der lebendigen Substanz selbst[3]. Die Differenz der Lebewesen verschiedener Art beschränkt sich aber nicht auf rein quantitative Verschiedenheiten in der Benützung sonst gemeinsamer Entwicklungs- (Wachstums-) Bausteine. Es gibt vielmehr auch sehr maßgebende qualitative chemische Differenzen, und diese letzteren sind nicht bloß den einzelnen Spezies, sondern — in einem gewissen Grade — selbst den einzelnen Artexemplaren eigentümlich (Art- und Individualeigenheit). Die chemische Verschiedenheit von Art und von Individuen der Art ist die Leistung des Systems der Entwicklungsansätze im Keim, der genotypischen Konstitution, des Idioplasmas in Wechselwirkung mit der Lebenslage. An eine bestimmte Energieform, von der ein bestimmter Betrag dem Keim des Artexemplars ab origine mitgegeben wäre, ist Entwicklung und Wachstum nicht gebunden, sondern an eine energetische Situation. Letztere ist wiederum, mindestens vorwiegend, eine chemische. Gleichwohl sind ontogenetisch Entwicklung und Wachstum nicht bloß durch äußere Faktoren beschränkt, es muß, wie wir sehen werden, vom Anfang an eine innere

---

[1]) Vgl. H. Bergson: Matière et memoire, Paris 1896.
H. Münsterberg: Grundzüge der Psychologie, 2. Aufl., Leipzig, Barth 1918.
W. James: Principles of Psychology, l. c.
W. Mc. Dougall: Physiological Psychology.
Wahle: Das Ganze der Phylosophie, Wien, Braumüller, 1896. Mechanismus des geistigen Lebens, ebenda 1906.

[2]) Vgl. für das folgende: R. Martin: Lehrbuch der Anthropologie. Jena, Fischer, 1914 (daselbst die reiche einschlägige Literatur; im besonderen auch eine Zusammenstellung der Arbeiten H. Klaatschs).

[3]) H. Friedenthal: Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums. Berlin, Springer, 1914.

Grenze für die Vermehrungsfähigkeit der lebendigen Substanz jeder metazoischen Art, resp. damit auch der Lebensdauer angenommen werden[1]. Die Gründe sind z. T. chemische, bereits im Keim gegebene, z. T. in der Zellsymbiose liegende. Ein Mäusetumor würde aus sich heraus vielleicht zum Himmel wachsen, aber ein solches Neoplasma ist eben kein Artexemplar. Wenn man im zweizelligen Stadium des Echinus microtuberculatus die eine der beiden entstandenen Furchungszellen tötet, ohne die andere zu beschädigen oder auch beide Zellen voneinander trennt, entsteht, durch einfache Umordnung des Materials, nicht durch Regeneration (im Sinne einer Vervollständigung des Fehlenden, von der Wunde aus) eine ganze, aber eine kleinere Blastula[2]. Es ist sowohl dauerhafte chemische Energie, welche das Idioplasma des Keimes anhäuft, als auch solche, die einer schnellen, mittelbaren Verwendung angepaßt ist, als Quelle vitaler Leistungen. Zu den allgemeinsten energetischen Kennzeichen des Individuums gehört die Aufrechterhaltung eines dynamischen Gleichgewichts (eines stationären Zustandes) im Sinne von W. Ostwald[3]. Schon die geschlechtliche Fortpflanzung weist auf die allgemeinsten Grenzen der Individuation, auf den Zusammenhang des Artexemplars mit der Sippe hin.

Auch individuelle Formbildung und individuelle Leistung ist etwas Besonderes, von inneren und äußeren Faktoren Abhängiges. Roux löste die Froschmorula durch Zerreißen in halbprozentiger Kochsalzlösung mechanisch in ihre Zellen auf und beobachtete danach, daß viele Furchungszellen direkte Näherungswirkungen aufeinander ausüben, indem sie schrittweise in gerader Richtung gegeneinander wanderten („Cytotropismus"). An die entstandene Berührung schloß sich flächenhafte Vereinigung der Zellen („Cytarme"), worauf mannigfache Umordnung durch Zellengleiten folgte („Cytolisthesis"), beides bis zur Bildung gerundeter Zellkomplexe, geschlossener, den Plateauschen Gesetzen widersprechender Bildungen mit ungeknickter Oberfläche. Manchmal kommt es endlich zum Wiederaustritt mancher Zellen („Cytochorismus") u. a.[4]. Belogolowy[5] pflanzte nackte Kröten- und Froschmorulae, Blastulae und Gastrulae in die Bauchhöhle von erwachsenen Fröschen und Kröten. Durch diese Implantation wird die typische Entwicklung des Anureneies stark verändert, besonders wenn dieselbe noch wenig vorgeschritten war. Es kann zur Auflösung des Embryo in getrennte, für sich weiterlebende Zellkomplexe und einzelne Zellen kommen. Die isolierten Teile liefern Produkte, welche normalen Geweben entsprechen oder atypische solche (Knorpel-, Knochen-, Drüsen-, Muskelstücke usw.), oder Plasmodien, Zysten, sarkomartige Zellen, sie bilden maligne Geschwülste, regen in den Organen des Wirtes Regeneration an (Leber) usw. Belogolowy sieht dieses parasizische Leben als Verbesserung der Lebenslage an, welche die Zahl der Gestaltungsmerkmale des Keimes zu vermindern, dessen Bau zu vereinfachen geeignet sei. Speziell die Auflösung des Embryo in der Leibeshöhle leitet er davon ab, daß die Zellen des implantierten Organismus nunmehr außerhalb desselben „passende Lebensverhältnisse" finden. Dadurch werde eine noch weiterhin

[1] Vgl. M. Rubner: Problem der Lebensdauer und seine Beziehungen zu Wachstum und Ernährung. München u. Berlin, Oldenbourg, 1908.

[2] Vgl. H. Driesch: Philosophie des Organischen. Leipzig, Engelmann, 1909.

[3] W. Ostwald: Naturphilosophie. Leipzig, Veit. III. Aufl.

[4] W. Roux: Archiv für Entwicklungsmechanik. Bd. I. 1894.

[5] Belogolowy: Archiv für Entwicklungsmechanik. Bd. XLIII. 1918.

sich erhaltende Abgrenzung des Individuums unmöglich, was sich gleich dadurch kund tut, daß das Ektoderm, welches dem Unterschied der inneren und äußeren Lebensverhältnisse entspricht, verschwindet, es bildet sich zu Wanderzellen um. Die Erhaltung des Ektoderms sei allein durch den Unterschied des inneren und äußeren Mediums des Embryo bedingt. Der Organismus ist ein begrenzter Teil des Raumes, indem er Medien enthält, die für sein Leben unvergleichlich günstiger sind, als die ihn umringende Außenwelt. Ich selbst schließe daraus nicht, daß das innere Medium wichtiger ist, als die spezifisch strukturierten Teile, welche es produziert haben. Aber das Artfremde der Umwelt hält normalerweise vielleicht zusammen, was arteigen ist, den individuellen Organismus und sein inneres Medium. Wird die Außenwelt selbst artgemäßes inneres Medium, löst sich dann der typische Zusammenhang. Deshalb scheinen mir Belogolowys Anschauungen doch recht beachtenswert. Ich verweise in betreff dieser allgemeinsten Feststellung noch auf zwei weitere experimentelle Tatsachen. Korschelt[1]) führt Versuche von H. V. Wilson und K. Müller an, in welchen kleine Schwammstücke (Ephydatia) fein zerrieben und die Bruchstücke durch dünne Leinewand hindurch gedrückt wurden, so daß in der durchgehenden Masse zusammenhängende Stücke nicht mehr vorhanden waren. Das Mikroskop zeigte, daß das Durchgepreßte aus isolierten sehr gleichartig erscheinenden Zellen bestand. Diese — amöboid beweglichen — Zellen krochen zueinander hin und vereinigten sich zu Zellaggregaten, die sich wieder mit einer Lage platter Zellen bedeckten und nun eine gewisse Ähnlichkeit mit Embryonen, resp. Larven darboten. Aus solchen Zellkomplexen entwickelt sich, nicht unähnlich den Vorgängen der Embryogenese, ein „junger" Schwamm. Das geht doch über das, was man Explantation (Gewebskultur) nennt, weit hinaus. Es tritt hier eine reintegrative Tendenz selbst nach voller Aufhebung der Integration aller Teile des Individuums hervor. Als Gegenstück hierzu kann folgendes dienen. Herbst[2]) hat (vgl. S. 139) die Bedeutung des Kalkes für die Ermöglichung individueller Formbildung nachgewiesen. Er fand, daß in Seewasser ohne Kalzium die Furchungszellen vollständig den Kontakt mit einander verlieren. Die Furchung geht weiter, nach jeder Einzelteilung fallen aber die Elemente auseinander. Zum Schluß liegen etwa 800 Zellen des Keimes bewimpert nebeneinander auf dem Boden des Gefäßes. Ich bezweifle, daß hier einfach eine Wirkung des Kalkes auf die Furchungszellenoberfläche vorliegt. Das Kalzium-Ion spielt ja auch sonst eine wesentliche Rolle im Mechanismus der vitalen Prozesse. Nicht nur der Entwicklungsvorgang des Eies hört auf, wenn dem Medium dieses Kation fehlt, durch Variation des Kalkgehalts in der Umgebungsflüssigkeit wird auch die Permeabilität der Zelle schwer alteriert, die Bewegungsvorgänge sistieren, die nervöse Erregung kommt nicht zustande u. a.

Ohne dazwischentretende Konjugation verfällt eine Kultur von Einzelligen (z. B. Paramaecium) der Depression und Vernichtung[3]) (vgl. S. 149). Ein weiteres Charakteristikum des Individuellen bekundet sich nun wiederum hier bereits auf tiefen Stufen des Lebens. Woodruff[4]) hielt ein „wildes" Paramaecium isoliert, aber

[1]) E. Korschelt: Lebensdauer, Alter, Tod. Fischer, Jena, 1917.

[2]) C. Herbst: Arch. f. Entwickl. mech. 27. Bd. 1904.

[3]) G. N. Calkins: Journ. exp. zool. Vol. 1. 1904.

[4]) L. L. Woodruff: Am. Naturalist. Vol. 42. 1908. Arch. f. Protistenk. 21. Bd. 1911. Biol. Centralbl. 33. Bd. 1913. Journ. exp. zool. Vol. 16. 1914.

in geeigneter Kulturflüssigkeit. Nach Lieferung von vier Individuen (Teilung) wurde abermals jedes einzeln kultiviert. Jede der vier Linien wurde so aufrecht erhalten durch tägliche Isolierung eines der Individuen, Konjugation war unmöglich. Unter solchen Bedingungen setzt sich die Vermehrung durch Teilung „unbegrenzt" fort. Das Protoplasma der erst isolierten Zelle hat die Potenz, mindestens 23340 Exemplare und lebendige Substanz von mehr als 104000 der Masse des Erdballs zu erzeugen. Befruchtungsbedürfnis und Altern ist dann keine organische Grundeigenschaft mehr. Aber dieser Erfolg ist nur möglich bei dieser abnormen Art der Kultur einzelner Individuen. Geschah die Weiterzüchtung so, daß die Nährflüssigkeit erst nach Vollzug mehrere Teilungen erneuert wurde, traten auch hier Depressionszustände ein, allerdings später als sonst, wo gar nicht isoliert wurde. Dagegen gedeihen die Infusorien wiederum in Nährlösungen, in welchen sich Exemplare anderer Art befunden hatten, ganz gut. Gegenüber den in gewöhnlicher Weise gehaltenen Keimlingen gleicher Art erleiden ferner Samen der (rasch wachsenden) Kichererbse beim Keimen in der Lösung des Extraktes eines etwa einen Monat alten Keimlings derselben Pflanze eine erhebliche Wachstumshemmung, oder, wieder unter bessere Bedingungen gebracht, selbst eine dauernde Beschädigung[1]. Es sind also gewisse, von dem Individuum selbst an das Substrat abgegebene Stoffwechselprodukte, welche das Fortleben ausschließen, und diese Produkte sind art- resp. individualverschieden: diejenigen der einen Art (des einen Individuums) behindern das Leben der anderen nicht. Das Individualleben, wie es sich konkret abspielt, trägt somit selbst den Keim von Altern und Sterben in sich. Teilung und besonders Konjugation (geschlechtliche Fortpflanzung) wirken verjüngend und arterhaltend. Endlich wird es immer wahrscheinlicher, daß auch bei Metazoen das Individualplasma spezifisch verschieden ist[2].

Bei den Myxomyzeten, besonders den Myxogasteres kommt es durch den Sexualakt zwischen den Myxamöben zur paarweisen Bildung kleiner Plasmodien, es fließen jedoch auch kleinere Plasmodien zu größeren zusammen.

Aber die Verbindung zwischen Einzelligen und Metazoen stellen eigentlich die Protozoen„kolonien" her. Schon bei diesen finden wir (erblichen) Körperumfang, Andeutung von Organabmessung, womit der Zellvermehrung Grenzen gesetzt sind, und Zelldifferenzierung. Ferner macht sich sehr früh die Unterscheidung geltend zwischen Soma- und Keimzellen. Letztere leben fort in kontinuierlicher Reihe. Kolonienbildung findet sich bei den Rhizopoden bis zu den Infusorien (z. B. den Vortizelliden). Die Individuen einer Kolonie gehen auseinander durch Teilung hervor. Der gestaltlichen Differenzierung entspricht eine Arbeitsteilung. Die propagatorischen Zellen beginnen früh in Größe und Form von den vegetativen sich zu unterscheiden. Die Differenzierung zwischen den Zellen der Kolonie wird gewöhnlich am Beispiel der Volvoxkolonien auseinandergesetzt. Hier gibt es auch bereits am Umfang in regelmäßiger Verteilung angeordnete Individuen mit Augenflecken. Die einzelnen Individuen bleiben verbunden durch Protoplasmabrücken. Die Größe der Kolonien geht nicht über das bestimmte Maß hinaus. Darin liegt, wie schon erwähnt, eine Besonderheit, indem die somatischen Zellen, ganz wie im Metazoenkörper, der Er-

[1] A. Zlataroff: Ztschr. Allgem. Physiol. 17. Bd. 1916.

[2] Landsteiner: Centralblatt f. Bakt. I. Abt. 27. Bd. 1900. Wien. Kl. Wschr. 14. Bd. 1901. Münch. med. W. 1902, 1905.

nährung, Bewegung, Empfindung dienen. Auch bei den Metazoen müssen wir beschränkte Teilungsfähigkeit annehmen. Korschelt vergleicht die Volvoxkolonie der Blastula. Bei manchen der als Mesozoen beschriebenen Tierformen (Haplozoon, Lohmanella) handelt es sich um eine ähnlich einfache Organisation. Diese primitiven Tiere sind allerdings durchaus Parasiten, also vielleicht wieder teilweise zurückgebildete Formen.

Die niedersten Metazoen sind die Schwämme, die noch keine Sinnesorgane, kein Nervensystem und wenig ausgebildete Muskeln haben (wegen des Festsitzens). Trotzdem ist ihr Bau bereits sehr kompliziert, mehr als bei den Cölenteraten. Von der Blastula sind nach Korschelts Urteil solche Organismen schon weit entfernt. Ohne Ausnahme geht jedoch auch der Metazoenkörper aus einer (Ei-) Zelle hervor. Infolge Sonderung einzelner durch die Teilung gewisser „Urzellen" (im Sinne von Rabl) entstandener Komplexe entwickeln sich die Organanlagen und später die Organe. Die Metazoen unterscheiden sich durch die Zahl der Organsysteme, auf den tieferen Stufen hat ein und dieselbe Zelle noch recht verschiedene Funktionen zu verrichten. In der Komplikation des Körperbaues, in der Differenzierung der Teile kennzeichnet sich der Fortschritt der Entwicklung. Die hochdifferenzierten Zellen und Zellabkömmlinge verlieren dafür aber von ihrem Vermögen der Fortpflanzung durch Teilung. Beim normalen Lebensprozeß kommt es in ihnen sogar zu Rückbildung und Untergang. Die Zellen und Organe altern.

Schon bei den Cölenteraten und Tunikaten finden wir überdies nicht bloß solche formal einheitlich zusammengesetzte Individuen eines ganz bestimmten Typs, sondern außerdem mehr oder weniger verbundene Gruppen von solchen. Die Konstituenten der letzteren können sich fast gänzlich unabhängig zueinander stellen, während oft ganz nahe Arten eine Differenzierung in dieser Integration (Arbeitsteilung im physiologischen Sinne) aufweisen, die bis zur absoluten Individualisierung des Aggregats gehen kann. Ausschließlich letztere ins Auge fassend, können wir, obwohl die Hervorbringung nicht homologer Individuen bei ganz nahe verwandten Arten dem morphologisch geformten Individualbegriff viel von seinem Werte zu rauben geeignet scheint, auch mit der ausdrücklichen Individualbezeichnung im biologischen Sinn nicht zurückhalten.

Die überhaupt gewonnene Kenntnis immer kompakter werdender Verbindungen von Teilen, deren jeder morphologisch einfacheren Individuen mehr oder weniger ähnlich ist, regt, schon mit Rücksicht auf die tatsächliche Zusammensetzung aus Zellen, die Frage nach einem „Polyzoismus" auch der Vertebraten, den Menschen eingeschlossen, nahe. Ist es möglich, den Menschen, nach dessen gesamtem Typus der Individualbegriff überhaupt zugeschnitten worden ist, aus vielen Individuen gebildet anzusehen? Nur dieserhalb ist doch nach meinem Dafürhalten die Definition eines überall durchführbaren organischen Individualbegriffs notwendig. Sicher aber gewinnen wir durch die genauere Bekanntschaft mit den einschlägigen Verhältnissen einen über Zelle, Person und Kormus hinausgehenden Einblick in die Genese der Individuation überhaupt und ihren untrennbaren Zusammenhange mit Entwicklung, Vererbung und Variabilität.

Bei den einzelligen Lebewesen, ob sie sich nun durch Teilung oder Knospung vermehren, ist die Zelle notwendige Form des „normalen allgemeinsten Gleichgewichts" der lebenden Substanz bestimmter Art. Schwierigkeiten der Individualbenennung

beginnen bei den Protistenkolonien. Soll man in diesen jede Zelle des Aggregats als das Artindividuum ansprechen oder letzteres selbst? Eine lebende Masse aus geißeltragenden Infusorien oder eine Volvocinee z. B. kann sich, wie wir sahen, durch Vermittlung einer einzelnen Zelle vermehren, welche dann eine analog gruppierte Masse derselben Größe usw. liefert. Ist letztere wiederum stets aus gleich viel Zellen in ähnlicher Anordnung zusammengesetzt, so ist vor allem ein wichtiges charakteristisches Moment die Heredität, resp. ein formbestimmender, in letzter Linie stofflich mit spezifischer Reaktionsnorm versehener, systematischer Genotypus hinzugekommen. Artgemäße vitale Gleichgewichtsform ist die realisierte Formengruppe, jede konstituierende Zelle hängt irgendwie von den anderen bzw. vom ganzen organischen System ab, hat etwas von der ursprünglichen vollständigen Autonomie aufgegeben, um mit der Differenzierung gewisse neue autonome Leistungen zu erwerben. Dies weist uns darauf hin, daß der biologische Individualbegriff wenigstens ganz im allgemeinen unabhängig ist von dem Reichtum an Struktur. Ferner, daß wir, im Sinne von Le Dantec[1]), das Individuum stets im vollständigsten Ganzen, in der höchsten, von der Vererbung immer treu wieder hergestellten, morphologischen Einheit zu suchen haben. Bei der Mehrzahl der Protozoenklassen finden wir, neben vereinzelt lebenden Zellen auch Kolonien, welche aber zunächst keine festere Zusammensetzung haben. Trotz etappenmäßig sich steigernder Tendenz derselben zur Individuation mit deutlicher, besonders durch Einflüsse der Umwelt bedingter Formveränderung der konstituierenden Teile bis zum ausgeprägten Dimorphismus (z. B. bei Protospongia), kann man geneigt sein, die Zellindividuen unizellulärer Arten mit denjenigen sonst verwandter plurizelluärer in Analogie zu setzen; irgendwo beginnt aber hier die nur mehr rein äußerliche Vergleichbarkeit.

Das primitivste metazoische Individuum ist (im Sinne der Gasträatheorie von Kowalewsky, Haeckel, Lankester[2])) die aus Ek-, Entoderm und Mesenchym bestehende Gastrula. Bei dieser handelt es sich nicht mehr bloß um eine Organisation zum Gewebe mit einer einzigen Art von Zellen, sondern bereits um wirkliche Differenzierung, um die charakteristisch komplizierte Bildung von integrierenden Teilen, die mit Bezug aufeinander verschieden sind (Urmund, später After, larvaler Mund usw.). J. Bernstein[3]) hat (allerdings nicht unwidersprochen) darauf hingewiesen, daß das den osmotischen Druck des Zellinhalts und daneben den zellulären Wassergehalt regulierende Membranpotential bei den einfachsten mehrzelligen Organismen ohne weitere Zelldifferenzierung auch bloß dem letzteren Zwecke dient. Sobald aber Differenzierung der Zellen, also auch Arbeitsteilung in ihrer Funktion eingetreten ist, wird damit schon ebenfalls eine Ursache für Abänderung der elektrischen Beschaffenheit gegeben sein. Die Zellen des Ekto- und Entoderms haben eine verschiedene Funktion; im Entoderm sind zuerst Sekretionszellen entstanden, damit hat sich auch die Plasmamembran gewandelt. Bernstein nimmt eine vom Membranpotential der inneren Seite der Zellen erzeugte wassertreibende Kraft an, welche bei der Absonderung zur Wirkung kommt. Natürlich können außer dem osmotischen Druck noch andere Kräfte (die Plasmakolloide) den Wassergehalt mit bestimmen.

---

[1]) F. Le Dantec: L'unité dans l'être vivant. Paris, Alcan 1902.

[2]) Haeckel: Gasträatheorie, die phylogenet. Klassifikation des Tierreichs. Jena. Ztschr., Bd. 8. 1874.

[3]) Bernstein: Elektrobiologie. Braunschweig, Vieweg, 1912.

Ähnlich wie an die Zellen der Protistenkolonien knüpft sich auch an die Gastrula, welche ebenfalls selbständiger Existenz im ausgedehnten Maße fähig ist, das Problem der Assoziierung zu höherer Individuation. Unter den Cölenteraten stellt z. B. der Süßwasserpolyp eine typische Gastrula dar. Kolonien entwickelt er höchstens provisorisch. Dagegen bilden die Hydren des Meeres (Kampanularien, Sertularien) durch Knospung dauernde, jedoch nicht sofort auch individualisierte Verbindungen. Podocryne carnea und Hydractinia echinata weisen (nach Le Dantec) wiederum bereits Polymorphie in diesen Kolonien auf. Bei gewissen Medusen entstehen aus einem Ei eine Anzahl von Personen, welche stark individualisierte Gruppen bilden können (polymorphe Konstituenten als Nähr- und Greifpolypen, je nach der Lage im Stock, Bildung von Sexualorganen usw.) als höchste hereditäre Formeinheit. Bei den Aszidien, z. B. bei Clavellina, kommt es zur Kormusbildung auf dem Wege der Knospung. In Form eines oft langen Rohres wachsen vom Organismus (Person) die sogenannten Stolonen, aus welchen junge Organismen hervorkommen, die sämtlich in innerem morphologischen Zusammenhang verharren können. Die Konstituenten können gleichgestaltet bleiben oder sich später differenzieren, letzterer besonders bei ausgeprägter Arbeitsteilung der vitalen Funktionen. Das hervorragendste Beispiel dieses Polymorphismus bilden die Siphonophoren.

In diesem Zusammenhange sei auch darauf hingewiesen, daß noch im Gastrulastadium eine gewisse Lumbricusart sich teilen kann, so daß (auf vegetativem Wege) zwei Embryonen entstehen, während späterhin die ungeschlechtliche Fortpflanzung bloß fakultativ erhalten bleibt. Ferner existieren gewisse hier einschlägige Rückbildungsprozesse bei Tunikaten, so vor allem im Dienst der Restitution. Z. B. vermag der Keimkolben der Clavellina zurückzugehen auf die Form einer Kugel, welche bloß aus dem, den Keimblättern entsprechenden Epithel, mit Mesenchym dazwischen, besteht und sich dann wiederum zu einer kleineren, aber vollständigen Aszidie auswächst. Auch aus diesem Gesichtspunkte verdient also die Gastrula, welche außerdem eine ontogenetische Phase selbst der höchsten metazoischen Organismen darstellt, in der Individuationslehre, neben den so ausschließlich berücksichtigten Zellen, größere Beachtung.

Physiologische Individualität. Individualitätsstufen.

11. In der generellen Morphologie wurden die dargelegten Verhältnisse bei Tieren, welche gewisse Zweifel aufkommen lassen, ob sie Individuen oder Gesellschaften vorstellen, der vornehmlichste Grund zur Aufstellung des Unterschiedes zwischen gestaltlicher und physiologischer Individualität, während ursprünglich fast nur die erstere (und außerdem die psychologische) berücksichtigt und als geschlossene Lebenseinheit verstanden wurde, welche im Laufe eines der Art entsprechenden, auf dem Wege von Zeugung, Teilung oder Knospung seinen Anfang nehmenden Lebenszyklus sich selbst zu erhalten imstande ist, weil ihr die vitalen Grundfunktionen (Ernährung, Wachstum, Fortpflanzung, Irritabilität, Reaktion auf Reize der Umwelt) zukommen. Aus gleicher Ursache nahm man auch verschiedene morphologische Individualitäts-„stufen" an. Unabhängig von der sonstigen Kompliziertheit des Baues wurden die Organismen in eine Reihe gebracht als Individuen niederer und höherer Ordnung, welch letztere in einer gewissen gesetzmäßigen Beziehung zueinander stehen sollten. Aber nur eine exklusiv morphologische Betrachtung, welche Gebilde von analoger Form und Struktur schlechthin als biologisch äquivalent gelten läßt, kann solche Individualitätsbegriffe wirklich konsequent durchführen. Haeckel z. B. hatte

sechs verschiedene Kategorien von Individuen (Individuen erster bis sechster Ordnung) aufgestellt: Plastide (Zelle), Organ, Antimer, Metamer, Person (Prosopon), Stock (Kormus). Der französische Zoologe Perrier[1]) spricht von Zellen, Meriden (Gastrula), Zoiden (Assoziation von Meriden), Demen (Aggregate von Zoiden). O. Hertwig bestreitet, daß auf Haeckels zweite bis vierte Ordnung ein brauchbarer Individualbegriff angewendet werden könne, da es sich hierbei nicht um organische Gebilde handle, die auf dem Wege der Zeugung (Teilung, Knospung) entstanden sind, sondern lediglich aus einem Differenzierungsprozeß. Gliederwürmer, Anthropoiden und Wirbeltiere stellen eben deshalb (und dies richtet sich teilweise auch gegen Perrier, Le Dantec u. A.), keine höheren Individualitätsstufen dar, als einmetamerige Tierformen. Dem berühmt gewordenen Arm des Tintenfisches, der eine Zeit lang als rudimentäres Männchen galt, weil er, abgetrennt von seinem Organismus, längere Zeit überlebt, fehlt schon die wirklich dauernde Selbsterhaltung. O. Hertwig selbst anerkennt bloß zwei Individualitätsstufen: Zellen und Personen.

Um einen wirklich durchführbaren Individualitätsbegriff nach dem maßgeblichen Typ des Menschen zu gewinnen, kann man jedoch höchstens sagen, das menschliche Individuum besteht (wie wir noch sehen werden, im entwickelten Zustande nicht ausschließlich) aus histioiden Bestandteilen, welche in formaler, z. T. auch in physiologischer Beziehung homolog sind gewissen strukturärmeren Individuen (etwa Protozoen), aber es ist durchaus keine bloße, noch so integrierte, Kolonie von Einzelligen, selbst nicht von Zellindividuen seiner besonderen Spezies. Ein Kristall ist allerdings ein noch einheitlicheres Aggregat, denn in einem solchen tragen alle Teile (Moleküle) selbst schon das Gesetz des Ganzen in sich. So kristallisieren aus Lösungen razemischer Gemische (z. B. des traubensauren Natriumammoniaksalzes) die Rechts- und Linksverbindungen im Zusammenhang mit der molekularen Konfiguration als entgegengesetzt hemiedrische Formen aus. Die Wichtigkeit der Zellen in der generellen Morphologie und in der Physiologie bleibt von diesem Gegensatz zu jeglichem Polyzoismus gänzlich unberührt. Aber selbst die Zellteilung ist, wie alle Differenzierung, nur genereller Typus eines grundlegenden gestaltenden vitalen Geschehens und, gleich dem Wachsen der Organe und des Gesamtorganismus, Ergebnis von — in letzter Linie — chemisch-physikalischen Gesetzen, welche wir im Lebendigen überall finden. Schon daß es, wie wir sahen, ein- und vielzellige Lebewesen überhaupt und besonders nebeneinander in sonst nahe verwandten Arten gibt, beweist die relative Unabhängigkeit gerade der biologischen Individualität vom Reichtum des zelligen Aufbaus.

Ausdehnung des Individuationsbegriffs.

12. Die moderne Morphologie selbst beweist eindringlich, daß die Individuation hinausgreift über das, was man bisher als Individualstufen in der generellen Formlehre zusammengefaßt hat. Ich verweise vor allem auf die Lehre von der Chromosomenindividualität[2]). Boveri sieht in den chromatischen Segmenten „elementare Organismen", welche in der Zelle ihre selbständige Existenz führen. Es gibt bestimmte Beziehungen zwischen dem Chromatin und dem Schicksal der Zelle. Das einzelne Chromosom ist noch qualitativ verschieden in seiner Substanz. Als es gelang,

[1]) Perrier: Zoologie.

[2]) Vgl. Th. Boveri: Zellstudien II. Archiv f. Entwicklungsmechanik. 2. Bd. 1895. Zool. Jahrb. 14. Bd. 1901. Ergebnisse über die Konstitution der organischen Substanz des Zellkerns. Jena 1904. Zellstudien V. 1905.

C. Rabl: Morphol. Jahrb. 85; Anatom. Anzeiger, Bd. 4. 1889.

experimentell doppeltbefruchtete Seeigeleier zu gewinnen, fand man, daß daraus nur sehr selten normale Individuen entstehen. Da der Chromatinbestand unter diesen Umständen ganz gewöhnlich größer ist, als der des einzelnen Geschlechtskerns, muß in den pathologischen Fällen eine andersartige Kombination der Chromosomen vorliegen. Also auch die chromatischen Elemente desselben Kerns sind different. Die Chromosomen jedes Geschlechtskerns enthalten sämtliche zur Entwicklung nötigen Gene. Fehlt ein chramatisches Element der Kombination, wird die Ontogenese krankhaft. Die Entwicklung gewisser Anlagen, z. B. des Skelets, des Darms, ist an das Vorhandensein eines bestimmten Chromosoms in der Kombination geknüpft. Die Fähigkeit der Keimzelle zur Ausbildung eines Organismus ihrer Art ist somit an eine unveränderliche Konstitution chromatischer Elemente gebunden.

Artzelle. Arteigenheit.

13. Schon Sachs[1]) erklärte ferner jedes organische Gebilde als Resultat seiner „Geschichte". Vor allem aber hat es O. Hertwig[2]) in seiner Biogenesistheorie ausgesprochen, daß die Zelle als konkrete Artzelle auch für sich eine Entwicklung von einfacheren zu immer komplizierteren Zuständen durchlaufen haben muß. Das Ei eines bestimmten Säugetieres ist nicht bloß ein organisatorischer Formtypus und eine im übrigen indifferente Bildung, sondern ein spezifisches Produkt mit allen ererbten Anlagen seiner Art. Das Ei eines vielzelligen Lebewesens und eine Protistenzelle sind bei aller formaler Vergleichbarkeit in Wirklichkeit außerordentlich verschieden nach Erbgut und demzufolge nach Artspezifizität; bei zweielterlicher Zeugung unter verschiedener Verteilung der Gesamterbmasse. Allen Teilen der Organismen hängt dieses Spezifische an, das ab origine nur Organe derselben Art hervorzubringen erlaubt (Blutsverwandtschaft, Artspezifizität der Immunitätswissenschaft). Auch die Individualität wird sich voraussichtlich in Zukunft außer dem bisherigen noch immer mehr durch etwas Chemisches charakterisieren lassen, was als „Ganzes" alle Teile des einzelnen Artexemplars durchdringt.

Individualeigenheit.

14. Die „Selbststerilität" von Blüten (z. B. Cardamine pratensis) und von normalen tierischen Hermaphroditen (z. B. die Tunikate Ciona intestinalis) ist öfter mit chemischen Eigentümlichkeiten der einzelnen Individuen („Individualstoffen") begründet worden. Correns[3]) gelangte zu keiner definitiven Entscheidung darüber; er scheint höchstens geneigt, für die Einzelindividuen charakteristische Stoffkombinationen anzunehmen, während die für das Ausbleiben der Autogamie in Betracht kommenden Hemmungsstoffe Eigentum von Liniendeszendenzen (reine Linien Johannsens) seien. Bei Ciona intestinalis gelingt die künstliche Befruchtung der Eier durch einem anderen Individuum entnommenes Sperma fast immer; bei Verwendung von solchen desselben Individuums bleibt sie aus. Morgan[1]) behandelte die Eier der erwähnten Tunikate mit Körpergeweben und fand, daß die Organsäfte eines Individuums eine spezifische Wirkung auf das Sperma desselben Individuums nicht ausüben. Verhindernde Stoffe sind also nicht Ursache des Ausbleibens der Selbstbefruchtung.

[1]) J. Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1882.

[2]) Vgl. O. Hertwig: Allg. Biologie. 4. Aufl. Jena, Fischer, 1912; dort die übrige einschläg. Literatur.

[3]) E. C. Correns: Festschr. d. med. naturwissenschaftl. Gesellsch. München (1912).

[1]) T. H. Morgan: Self-fertilization, induced by artificial Means, Journ. of exper. Zool. Vol. 1. 1904. Morgan und W. Cross: self-fertilization in Ciona intestinalis. Arch. f. Entw.-Mechanik. Festband für Roux. 30. Bd. Tl. 2. (1910.)

Auf Grund einer weiteren Reihe von Experimenten schließt Morgan, daß das Ei von Ciona seine Immunität dem eigenen Sperma gegenüber der Unfähigkeit des letzteren verdankt, im Ei eines und desselben Individuums die Reaktion hervorzurufen, welche zur Absorption des Spermatozoons führt. Und zwar liege eine spezifische Reaktion vor, die an der Oberfläche des Eies selbst eintritt oder ausbleibt.

Auch noch direkter ist man bereits der Frage nähergetreten, ob die manifesten Differenzen, welche die Individuen derselben Art aufweisen, gleich denen der verschiedenen Spezies, ihre Ursache haben ebenfalls in chemischen, serologisch erkennbaren Unterschieden. Wird als Antigen das Blut eines Individuums derselben Tierart verwendet, können Antikörper erhalten werden, deren Wirkung nicht auf das Blut aller übrigen Individuen sich erstreckt. Diese Antikörper sind „Iso"antikörper genannt worden, während die „Hetero"antikörper mit Antigenen fremder Spezies reagieren. Schon Ehrlich und Morgenroth[1]) fanden in Versuchen an Ziegen, daß das Blut des Antikörper liefernden Tieres stets unempfindlich ist. Im übrigen zeigten die Sera mehrerer Ziegen, die nach Vorbehandlung mit Ziegenblut hämolytische Antikörper geliefert hatten, qualitative Verschiedenheiten; andere Ziegen bildeten gar kein Hämolysin. v. Dungern und Hirschfeld[2]) haben ähnliche Versuche an Hunden vorgenommen. Sie glauben, eine Gesetzmäßigkeit gefunden zu haben, nach welcher die Bildung der „Iso"antikörper erfolgt. Sie bekamen in einer Reihe von Fällen nach peritonealer Einspritzung von Hundeblut in verschiedenen Hundeindividuen Agglutinine, die nicht bloß das zur Injektion verwendete Blut, sondern auch andere Blutarten, nicht aber das eigene Blut agglutinierten. Im wesentlichen erhielten sie zweierlei Agglutinine. Durch Absorptionsversuche fanden sie, daß die nicht agglutinierten Blutarten auch nicht das Agglutinin dem Serum entziehen. Sie sind deshalb der Meinung, daß jedem der beiden Agglutinine ein bestimmter Bestandteil im Blutkörperchen entspricht, der nicht in allen Blutkörperchen vorkommt. Neben artcharakteristischen Bausteinen können also die Hundeerythrozyten auch noch solche enthalten, die nur einem Teil der Artindividuen angehören. Es gibt dann tatsächlich alle möglichen Kombinationen. Innerhalb der Art kann man noch Gruppierungen von Individuen mit gleicher „Struktur" feststellen. Einen Parallelismus dieser Eigentümlichkeit mit morphologischem Verhältnissen fand v. Dungern dabei nicht; die Blutkörperchen würden also unabhängig variieren. Landsteiner[3]) hat gezeigt, daß es zweierlei Isoagglutinine im Menschenblut ohne spezifische Vorbehandlung gibt, die entweder isoliert oder vereint im Serum vorhanden sind. Die Blutkörperchen sind immer für dasselbe Agglutinin unempfindlich, das sich im zugehörigen Serum vorfindet. v. Dungern konnte das bestätigen. Die hier geltenden Vererbungsgesetze lassen sich auf die Mendelregeln zurückführen. Wie v. Dungern und Hirschfeld weiter fanden, ist das Serum mancher Affen imstande, die Blutzellen verschiedener Menschen ungleichmäßig zu agglutinieren.

---

[1]) Ehrlich und Morgenroth, Berlin. klin. Wochenschrift 1899, Nr. 1, 2; 1900, Nr. 21, 31; 1901, Nr. 10, 21 u. 22.

[2]) v. Dungern: Über Nachweis und Vererbung biochemischer Strukturen und ihre forensische Bedeutung. Münch. med. Woch. 1910. pg. 293.

v. Dungern und Hirschfeld: Über eine Methode, das Blut verschiedener Menschen serologisch zu unterscheiden. Münch. med. Woch. 1910. pg. 741.

[3]) Landsteiner: l. c.

Andere Affen besitzen dagegen Agglutinin, welches nur bestimmte Menschenblutarten agglutiniert.

Für unsere Auffassung wichtige Beobachtungen hat ferner noch G. Schöne bei Versuchen, normale Gewebe zwischen blutsverwandten Individuen zu transplantieren, mitgeteilt [1]. Er fand, daß homöoplastische Transplantationen (Übertragung innerhalb derselben Art) bei blutsverwandten Tieren nur gelegentlich, ja nur selten zu Resultaten führt, welche den guten Erfolgen der autoplastischen Gewebs- (Organ-) Verpflanzungen gleich kommen. Beim Hautaustausch zwischen Eltern und Jungen sah er nie eine vollkommene Anheilung auf beiden Partnern. Günstigere Chancen für die Anheilung lagen bald mehr auf der Seite des Elters, bald auf Seite des Jungen. Diesen einseitigen Erfolgen beim Gewebsaustausch zwischen Eltern und Jungen steht die Tatsache gegenüber, daß bei Überpflanzungen zwischen Geschwistern aus demselben Wurf gelegentlich gute Anheilungen auf beiden Teilnehmern zur Beobachtung kommen. Die nächstverwandten Geschwister sind also bevorzugt, die Nähe der Blutsverwandtschaft ist ein begünstigendes Moment. Von hier bis zur Anerkennung der Individualeigenheit ist nur ein Schritt.

Für eine Unterscheidung des individuellen Plasmas kann endlich noch angeführt werden, daß z. B. schon kein Artexemplar der Rhizopoden seine Pseudopodien mit denen eines anderen Individuums bei Berührung verschmelzen läßt, während diejenigen desselben Tieres ohne weiteres zusammenfließen. Aktinien fressen nicht die eigenen Tentakeln, wohl aber die anderer Exemplare [2].

Gewisse Immunitätsreaktionen kommen in sehr jungen Tieren nicht zustande. So scheint es auch biochemische Unterschiede zu geben zwischen erwachsenen und embryonalen Formen derselben Art. Braus fand z. B., daß sich aus erwachsenen Unken das Antigen für ein Präzipitin finden lasse, welches durch Material aus der Unkenlarve nicht erhalten wird. Sachs stellte fest, daß die Erythrozyten eben ausgekrochener Hühnchen von Arachnolysin im Gegensatz zu denen erwachsener Tiere nicht angegriffen werden. (Vgl. u. S. 228.)

Phyletische Betrachtungen.

15. Gedanklich ließe sich immerhin ein Lebewesen konstruieren, das in einer wie lang immer dauernden Umgestaltung einer einzig dastehenden Individualität die ganze uns bekannte tierische Entwicklung durchgemacht hätte, nicht als verkürzte Reproduktion derjenigen aller Vorfahren im Sinne etwa des Haeckelschen „biogenetischen Grundgesetzes", sondern als völlig originäres, eigenes Leben. Integration und Variation hätten dann aber ganz anders verlaufen müssen, als bei der schon erwähnten Zusammenhangstrennung, welche, eben in Form einer Vielheit von Individuen, jeweils das zeitliche Kontinuum des Lebens dem Raum nach unterbricht. Eine Fortpflanzung existierte dann gar nicht. Und für die Verjüngung hätten sich ganz besondere Vorkehrungen herausbilden müssen. Demgegenüber gewinnt der Organismus in der mit der Individuation erworbenen hochgesteigerten Differenzierung und Entwicklungsarbeit erst den stärksten Grad seiner Leistungsfähigkeit, besonders auch hinsichtlich der Dynamogenese.

Vermöge der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die Person ein Durchgangsstadium vieler Generationsreihen: hier begegnen sich mit der obligatorisch vererbten, durch

[1] G. Schöne: Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. XCIX. Heft 2. 1916.
[2] Vgl. K. C. Schneider: Tierpsychologisches Praktikum. Leipzig, Veit, 1912.

Kumulation und Spaltung variierten Reaktionsnorm auch erworbene Erregungsdispositionen und, wenigstens unter ganz bestimmten Voraussetzungen, erhalten sich wohl auch diese über die Individualitätsphase, welche sie erzeugt hat, hinaus. Gerade die Individualität ermöglicht ferner mit dem Wechsel der energetischen Situation reichlich verschiedene Modifikationen. Einzelne Merkmale werden unter Umständen das Objekt der Auslese, weil sie mit anderen Charakteren des Genotypus in Korrelation stehen (Äußerung einer Erbeinheit in mehreren verschiedenen Merkmalen). Durch Kreuzung zweier Rassen kann ein Bastard hervorkommen, der ein ganz anderes Aussehen hat als die Elternrassen, häufig dasjenige der Stammesart beider (Bastardatavisus).

Jeder Organismus erscheint, phylogenetisch betrachtet, als Kombination gestaltlicher Zustände und Leistungseigenschaften und kann in einigen seiner Teile sehr ursprünglich, in sonstigen sehr abgeändert sein.

Nur auf Grund der phyletischen Entwicklung ist es ja doch einfach zu begreifen, daß die Organe bei der Ontogenese nicht auf dem kürzesten, sondern einem höchst komplizierten (die Stammesentwicklung „wiederholenden") Wege entstehen, und daß Organe angelegt werden, die nie zur Funktionstätigkeit gelangen[1]). Nach Naefs Darlegungen besteht die Ähnlichkeit, mit derem Grade das „natürliche" System die organischen Formen ordnet, zwischen Naturdingen, wenn diese sich in unserer Vorstellung durch stufenweise Abänderung aus einem Typus, i. e. aus einer gemeinsamen Urform entstanden denken lassen. Die typische Ähnlichkeit beruht auf Homonomie (zwischen Teilen eines Organismus), Homologie (zwischen Teilen verschiedener Organismen) und Verwandtschaft (Formverwandtschaft zwischen Arten und Varietäten). Man kann von Übergangsformen sprechen. Es gibt Reihen, welche stufenweise von typischen zu atypischen Angehörigen der systematischen Kategorien hinüberleiten. Die Verwandtschaftsbeziehungen können „stammbaummäßig" aufgefaßt werden. Urform der Entwicklung ist die mit der Vermehrung und Kopulation der Zellen einhergehende zyklisch-rhythmische ununterbrochene Umbildung. Aus dieser Entwicklung können aber, periodisch, Teile des Materials ausscheiden und eine „blind"endigende, terminale, mit Rückbildung (Tod) schließende Evolutionsrichtung einschlagen. Diese Vorgänge liefern Bildungen, welche, trotz ihres vorübergehenden Daseins, mittelbar große Bedeutung für die Sicherung des vitalen Geschehens, des individuellen und des artmäßigen, besitzen, indem sie als Organe für bestimmte vitale Leistungen spezialisiert sind. Ein Sonderfall terminaler Entwicklung in diesem Sinn ist die Ontogenese der Vielzelligen. Bei atypischen Ontogenesen gelangen gewisse Endzustände der typischen Entwicklung

[1]) F. Meckel: Beiträge z. vergleich. Anatomie. 2. Bd. Leipzig 1811. System der vergl. Anatomie. Halle 1821.

C. E. v. Baer: Entwicklungsgeschichte der Tiere. 1828.

F. Müller: Für Darwin. 1864.

E. Haeckel: Generelle Morphologie. 1866. Zwei Bände.

O. Hertwig: Stellung der vergl. Entwicklungslehre zur vergl. Anatomie, Systematik- und Deszendenztheorie. Handbuch d. Entwickl.-Lehre d. Wirbeltiere. Bd. III. T. 3; Zelle und Gewebe. 2. Buch; Allg. Biologie.

R. Wiedersheim: Bau des Menschen. 4. Aufl. Tübingen, 1908.

A. Naef: Individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte. Jena, Fischer, 1917.

nicht mehr zur Ausbildung, sondern schließen mit typischen Vorzuständen. Beispiele sind Paedogenesis und Neotenie. Normalerweise steht die Geschlechtsreife in Korrelation mit der Ausgestaltung anderer Organe. Es gibt aber Tierformen, bei denen Geschlechtsreife neben embryonalem Zustande der übrigen Entwicklung vorhanden ist. Bei Paedogenese steht die ganze Organisation frühzeitig still, die Gonaden reifen frühzeitig (Gallmückenlarven), bei Neotenie läßt sich eine Hemmung bloß in einzelnen Organen feststellen, andere, darunter die Geschlechtsdrüse, gelangen zur Reife (Axolotl). Ferner weichen terminale Morphogenesen einer auf typische Ähnlichkeit gegründeten Kategorie während des Verlaufs in progressiver Weise vom Typus sich entfernend auseinander. Durch Weiterentwicklung gleichartiger Anlagen können so die verschiedensten Endzustände ausgebildet werden. Charakteristisch ist für die abweichenden Morphogenesen, daß atypische Endzustände auf dem Umweg über typische Vorzustände entstehen, die während der Entwicklung abgeändert werden. Die Deszendenzlehre erklärt die Formenverwandtschaft der Angehörigen einer Kategorie durch Blutsverwandtschaft (Abstammung von einer divergent abgeänderten Stammart, Stammart gleich Urform der Systematik). Die historische Darstellung dieser Verhältnisse bildet den Inhalt der Phylogenetik. Bei phylogenetischer Betrachtung typischer und atypischer Formen erscheinen die verknüpfenden Übergänge als „Ahnen"reihe. Die Ontogenese der abgeänderten Nachkommen ist als abgeänderte Wiederholung der Ontogenese der Stammformen aufzufassen; mit der „phylogenetischen Distanz" nimmt die Treue dieser Rekapitulation ab. Bei dieser Äbänderung verschiebt sich nicht die ganze Morphogenese, sondern der Grad der Verschiebung nimmt gegen den Beginn ab und gegen das Ende derselben zu. Die Stadien sind umso konservativer, je früher, umso fortschrittlicher, je später sie in der ontogenetischen Reihe stehen (A. Naefs Gesetz der terminalen Abänderung). Den primären (voraufgehenden) Formzuständen eines Keimteiles kommt ein morphologischer Primat gegenüber den sekundären (nachfolgenden) zu (A. Naef.) Die Stadienreihe einer abgeänderten Morphogenese erinnert an eine Ahnenreihe, innerhalb deren die aufeinanderfolgenden Anlagezustände einst eine direkte Entfaltung gewannen, während sie nun weitere Umbildungen erfahren (Naefs Prinzip der phylogenetischen Reminiszenzen).

Der Mensch verleugnet in seinem Werden das Gepräge der ganzen Vergangenheit seiner sämtlichen Eigentümlichkeiten und seine verwandtschaftlichen Zusammenhänge nicht. Er stellt durchaus nicht bloß Endstufen von Entwicklungsreihen dar. Unter den ihm zukommenden Merkmalen heften sich wahrscheinlich Neuerwerbungen ersichtlich an Anfangspunkte morphologischer Entwicklungen, die bei anderen Säugern viel entwickelter fortgeführt erscheinen, so daß der Mensch in manchem Betracht auffallend primitiv geblieben ist. Er ist stammesgeschichtlich noch gewissermaßen im Flusse begriffen, und möglicherweise werden Organsysteme und Organe, welche gegenwärtig gut „fixiert" sich darstellen und keinerlei Gleichgewichtsstörungen im Gesamtkörper verursachen, noch später Schwankungen vollziehen. Allem entgegen, was eine finalistische Betrachtungsweise uns glauben machen will, sehen wir die biogenetischen Impulse durch innere und äußere Hemmungen divergieren und gewöhnlich rasch abbrechen. Als Durchgang von Art zu Art kann das Leben ja eine fortschreitende Entwicklung genannt werden, aber die orthogenetische Tendenz kommt leicht in Konflikt mit der Anpassungsfähigkeit.

Und bei den gegebenen Arten und Individuen lassen sich trotz einer durch Erfüllung des Erdkreises im allgemeinen erwiesenen Lebensfähigkeit meist Einstellungen erkennen auf eine zunächst förderliche „Bequemlichkeit" (z. B. die Aufnahme bereits organisierter Nahrung), die aber schließlich in ein Vegetieren verfallen kann. Weiter zur Erzeugung von Automatismen, welche zwar den organischen Gesamtbetrieb durch rein mechanische oder physikalisch-chemisch arbeitende Strukturen vereinfachen, aber wegen der hierzu nötigen weitgehenden Cytomorphosen herabgesetzte Reproduktionsfähigkeit und vorzeitige Seneszenz der Individuen verursachen. Endlich finden wir mit dem Wachsen der Integration umso zahlreichere und verschiedenartigere Mängel der Kompositions- und Funktionsharmonie. „Kümmern" und Krankheitsdisposition sind die notwendigen Folgen. Dies alles gilt speziell für den Menschen in hohem Grade[1]).

Ausschweifende phylogenetische Hypothesen wären in der Pathologie allerdings gefährlich; meist reichen für unsere Zwecke vergleichend anatomische Betrachtungen aus.

Der „Durchschnitts-mensch".

16. Trotz allem Bisherigen hält sich die Nosologie ganz gewöhnlich noch an die statistische Fiktion des „normalen Durchschnitts-Menschen" (homme moyen von Quételet[2])), d. h. an den beiläufigen Begriff eines absolut gesunden Menschen, bei dem alle im Vorstehenden begründeten Abweichungen durch zwei konkurrierende Tendenzen, die Vererbungs- und Variationsfähigkeit, aufgehoben sind. In Wirklichkeit sind nicht einmal Schimpansen auch nur hinsichtlich ihrer Körpergewandtheit einander ungefähr gleich, wenn sie sich auch alle drehen, beugen, wenden usw., wie es die geometrische Konstellation erfordert. Auch in betreff der Intelligenz sind schon diese Tiere individuell verschieden. Deshalb werden wir auch im folgenden sämtlichen pathologischen Varianten des Menschen, von den monströsen bis zu denjenigen normalen, an welchen genotypische Konstitution und Umweltfaktoren sowie die Kultur schuld sind, unsere besondere Aufmerksamkeit schenken. Auch die praktische differentielle Psychologie ist für uns von ausschlaggebender Bedeutung.

C. Das Ganze und die Teile.

Das System.

1. Wir haben gesehen, daß zur Charakteristik der verschiedenen Dinge, auf welche der Begriff Individuum im naturwissenschaftlichen Sinne Anwendung gefunden hat, abgesehen von der äußeren einheitlichen Erscheinungsform, vor allem die Einheit, das einheitliche Ganze in der Vielheit betont worden ist. Der Begriff der Ganzheit (Ganzes und Teile) geht zurück bis auf die jonische Naturphilosophie, in der uns geläufigen Auffassung auf Aristoteles. Das gesamte sogenannte Universalienproblem, welches schon Platon aufgeworfen hatte mit seiner Forderung, das Allgemeine (die Idee) mache das Wesen aller Dinge aus, legte sich besonders die Scholastik in den Fragen des Verhältnisses zwischen Einzelnem und Allgemeinem, Einheit und Vielheit, Individuum und Gattung, Personalität und Typus als grundlegend vor. Verknüpft mit der individuellen Einheit wurde seit jeher das Zweckmäßigkeitsprinzip[3]).

[1]) Vgl. für das Vorstehende besonders R. Wiedersheim: Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. 4. Aufl. Tübingen, Laupp 1908.

[2]) Quetelet: Anthropometrie. Paris 1871.

[3]) Vgl. z. B. W. Stern: Menschliche Persönlichkeit, Leipzig, Barth, 1918.

Der Empirismus erklärt das Ganze aus den Teilen. Das kann aber nicht heißen, was dem Ganzen an Eigenschaften zukomme, müsse schon in den Teilen zu finden sein. Durch bloße Aggregation werden neue Eigenschaften erworben, ich verweise z. B. auf den Unterschied zwischen Meteorit und Planeten, welch letzterer (wegen seiner Größe) eine Atmosphäre festhält und eventuell Leben auf seiner Oberfläche entwickelt. Das ist von Bedeutung, läßt man den Organismus aus was immer für Teilen bestehen. Methodologisch ist zu bemerken, daß beim Suchen des Ganzen in den Teilen das Ganze leicht verloren geht. Besonders die begriffliche Definition der letzteren erschwert das gleichzeitige Festhalten der Verbundenheit und Einheitlichkeit, da eine Definition leicht ausschließt, was sie nicht einschließt.

Es wird wohl mit Recht gesagt, daß vom rein empirischen Standpunkt jedes Ganze ein zu den einzelnen wahrgenommenen Teilen Hinzugedachtes ist. Der Empfindungskomplex sei damit verdoppelt. „Erstlich werden die Empfindungsverknüpfungen im Ganzen zusammen als Eines, ... als ein Ding gedacht; außerdem die Teile, die Elemente, aus denen das Ganze zusammengesetzt wird[1])". Das Ganze existiert nicht, d. h. es gibt außer den Eigenschaften kein Ding, außer den Teilen kein Ganzes. Im primitiven Denken haben wir bereits früher (vgl. o. S. 4) die Vieles verschmelzende Gesamtauffassung, die auf Ganzes gerichtete komplexe Vorstellung, die Erkenntnis dinglicher Gruppen gefunden. Auf höherer Stufe wird das Denken analysierend, es richtet sich auf Beziehungen, auf Abhängigkeiten der Merkmale der Tatsachen voneinander. Immer handelt es sich (nach den klaren Auseinandersetzungen Machs um gedankliche — neuerdings „fiktive" genannte — Ergänzungen (des teilweise Beobachteten). Daraus geht unmittelbar der Fortschritt hervor, der in der Betrachtung der wechselseitigen Bedingungen des Systems liegt.

Über die einschlägigen allgemeinen Begriffe orientieren wir uns — rein logisch — zweckgemäß an den Darlegungen H. Cohens[2]). Etwas anderes als das Ganze im Sinne des Bisherigen ist, nach Erzeugung und Zusammensetzung, das integrale System der Wechselbedingungen mit seiner reaktiven Einheit. Am Beispiel der mathematischen Reihen zeigt Cohen, daß schon das All eine Art von System bildet, die Allheit (als Reihe) ist aber eine unendliche Einheit, in welcher die Glieder in ihrer Besonderheit noch nicht in Betracht zu ziehen sind, so daß die Reihe durch ein „allgemeines" Glied vollständig vertretbar ist. Das System jedoch steht ganz und gar im Gesichtspunkt der Relation. Es kommt auf die Gleichungen an, die sich an den Gliedern vollziehen lassen, und so kommt es auf die Glieder selbst an. Die Glieder eines Systems werden zwar von diesem bedingt, nicht minder aber bedingen sie selbst das System und zwar in ihrem besonderen Wert. In der mathematischen Naturwissenschaft (Dynamik[3])) z. B. ist das System ein solches der Bewegung, welche von Punkten, die lediglich geometrisch-mechanische Abstraktionen darstellen, der Funktion gemäß vollzogen werden. Jede Masse der Erfahrung besteht aus einer Summe materieller Punkte, deren gegenseitige Lage die Lage des Systems bezeichnet. Die materiellen Vorgänge beruhen auf der Lageveränderung der Massenpunkte des Systems, ihre Gesamtheit ist die Lageveränderung des Systems. Alle Massen der Erfahrung unter-

---

[1]) H. Vaihinger: Philosophie des Als ob. II. Aufl. Berlin 1913.

[2]) H. Cohen: Logik der reinen Erkenntnis. Berlin, Cassirer, 1902.

[3]) Vgl. Cl. Maxwell: Substanz und Bewegung. Braunschweig 1879; H. Hertz: Prinzipien der Mechanik. Leipzig 1894.

liegen bestimmten Bedingungen. Der Zusammenhang des Systems liegt in diesen Bedingungen; seine Lageveränderung beruht auf den gesetzmäßigen Bedingungen. An die Stelle der Beherrschung durch Kräfte hat Hertz die erwähnten Zusammenhänge gesetzt.

Die Glieder irgendeines Systems sind somit nicht als die allein faßbaren Teile eines (bloß in der Fiktion vorhandenen) Ganzen im alten Sinne zu denken. Besteht jenes Ganze auch allein in den Teilen, so partizipieren letztere doch an jener Relativität des Ganzen, sie sind eben bloß die Teile desselben. Wenn wir fragen, was ist ein solches Ganze, so setzt dies die Möglichkeit der Unterscheidung von etwas darüber Stehendem, das Ganze Charakterisierendem voraus. Denn das einen isolierten Teil Kennzeichnende kann nicht zugleich Merkmal des Ganzen sein, weil der Teil seinen Charakter erst durch Gegenüberstellung mit anderen Teilen gewinnt.

Noch heute begegnen wir immer wieder der Behauptung, daß es in der physischen Welt keine wirkliche Verbindung der Teile zu einem Ganzen gibt. Nur die Teile haben Realität. James[1]) z. B. sieht im Vogel nur den Namen für die Tatsache einer Anordnung von Organen. Der Hinweis auf die Sonderexistenz der Zellen, auf das autonome Leben der Teile scheint geeignet, diese Auffassung zu stützen. Nur in der geistigen Welt sollen wir nach James wirklich auf die Tatsache stoßen, daß das Ganze als solches zunächst eine Vorstellung von sich hat, zweitens, daß, was immer auch im Psychischen sich verbindet, sich erhält, trotzdem es Glied einer neuen Einheit wird. Mechanische und chemische Komplexe verhalten sich angeblich grundsätzlich anders, physiologisch gebe es bloß „Reizsummierung". Man hält sich auch hier an Lotzes Ausspruch: Für das Ganze einer Manigfaltigkeit gibt es nur einen Ort, wo es existiert, nämlich im Bewußtsein[2]). Aber es entsteht doch keine Feder für sich ohne den ganzen Vogel (oder ohne eine Mißgeburt von Vogel)! Ganz ebenso beruht es auf einem Mißverständnis, wenn man glaubt, es lasse sich für die psychischen Komplexionen keine Organisation finden, welche die Individualität z. B. der einzelnen Eindruckskomponenten erhält, weil die unausweichliche Reizsummation sie vernichtet. Man kann mittels des Pawlowschen Verfahrens doch einen bestimmten (unbedingten, z. B. den Speichel-) Reflex mit allen möglichen Eindruckkomponenten desselben Tieres in vielfacher Variation verknüpfen. Die Kontrastorganisation trennt und verbindet Gestalt- und Lichtsehen usw. Organische Funktionen sehen wir ebenso wie psychische Phänomene in kollektiver und distributiver Existenz. Überdies bietet die Annahme einer außerhalb des organischen Systems gelegenen, nur psychischen Assoziation keinerlei Vorteile. Im Bewußtseinsstrom gibt es keine psychisch-kausale Verknüpfung der Teile.

Auf hohen Stufen des Lebens stellt sich das organische System entsprechend den Gedankengängen von Avenarius[3]) dar. Ist eine Mehrheit von Verhältnissen der Systemglieder des Systems untereinander möglich, und sind ihre Überführungen ineinander abhängig von Bestandteilen der übrigen Umgebung, so stellt der äußere bestimmende Umgebungsbestandteil nur einen Teil der Bedingungen der Änderung des Systems dar, die Komplementärbedingung der Systemänderung. Auf der tro-

[1]) W. James: Das pluralistische Universum. Deutsch v. Goldstein. Leipzig, Kröner, 1914.
[2]) Vgl. z. B. K. C. Schneider: Tierpsychologisches Praktikum. Leipzig, Veit & Co., 1912.
[3]) R. Avenarius: Kritik der reinen Erfahrung. Leipzig 1888–90.
C. Hauptmann: Metaphysik in der modernen Physiologie. 1899.

pistischen vitalen Stufe besteht hingegen Reizübermacht, welcher das organische System einfach völlig unterliegt; da gibt es kaum Reiz„verwertung". Ergänzt die Komplementärbedingung der Änderung im obigen Sinne die Konfiguration der Systemglieder erst zur Bedingungsgesamtheit, spricht man von systematischer Vorbedingung der Systemänderung. Je nach dem Grade der Verwicklung seines Baues und je nach der funktionellen Gegenüberstellung der Glieder werden im System Partialsysteme unterschieden. Die Änderungen der Partialsysteme wiederum sind abhängig von den Änderungen eines oder mehrerer anderer desselben Hauptsystems. Avenarius spricht in diesem Falle von intrasystematischen Komplementärbedingungen der Systemänderungen und von mittelbarer Abhängigkeit derselben von der Umwelt, da eine intrasystematisch bedingte Änderung in letzter Linie doch nur ein Glied einer in unmittelbaren Einflüssen der Umgebung auf das Gesamtsystem wurzelnden Änderungsreihe sein kann.

Es ließe sich einwenden, daß man hier vielfach noch mit bloßen Analogien und mit leeren formalen Schemata zu operieren hat. Beginnen muß man in der Tat mit Bildern, welche der Mechanik, der theoretischen und der physikalischen Chemie, sowie anderen grundlegenden naturwissenschaftlichen Disziplinen entlehnt sind. Aber wenigstens zum Teil gewinnen im Folgenden die Gleichnisse einen greifbaren, tatsächlichen biologischen Inhalt.

Eine allgemeinste leitende Vorstellung hätte anzuknüpfen an die Bewegung eines Systems von Massen. Man erinnere sich zunächst an das durch die bekannte Gleichung

$$mv + m^1v^1 = (p + p_1)\,t$$

ausgedrückte Gesetz der Erhaltung der Quantität der Bewegung. Die Quantität der Bewegung des Systems ist dieselbe, als ob gar keine inneren Kräfte wirken würden. Übergehen wir dann für unsere späteren Überlegungen z. B. zu den Gesetzen des Stoßes elastischer und unelastischer Körper. Wenn M, m zwei Massen sind, die sich in derselben geraden Linie, mit den Geschwindigkeiten C, c bewegen, müssen sie, falls sie unelastisch sind, nach dem Zusammentreffen mit einer gemeinschaftlichen Geschwindigkeit v wie eine einzige Masse sich fortbewegen, weil ja eben die Quantität der Bewegung, was immer für Kräfte die Massen beim Zusammentreffen auch aufeinander ausüben, nicht geändert wird. Bei gegebenen M, m, C, c bedeutet $v = \frac{MC + mc}{M + m}$ diese gemeinschaftliche Geschwindigkeit. Sind die Massen vollständig elastisch, so drücken sie sich beim Zusammenstoß zusammen, stellen aber alsbald die frühere Gestalt wieder her. Das Zusammendrücken währt so lange, bis beide Massen eine gleiche Geschwindigkeit u angenommen haben. Die Geschwindigkeitsänderungen, welche M, m durch Wirkung der Molekularkräfte erfahren haben, sind $x = C - u$, $y = c - u$. Da bei der erfolgenden Ausdehnung dieselben Molekularkräfte in umgekehrter Reihenfolge wirken, treten auch dieselben Geschwindigkeitsänderungen nochmals ein. Man hat dann für die Geschwindigkeiten nach dem Stoß V, v: $V = u - x = 2u - C$; $v = u + y = 2u - c$, bzw.: $V = \frac{(M - m)\,C + 2\,m\,c}{M + m}$, $v = \frac{2\,M\,C - (M - m)\,c}{M + m}$. Bei $M = m$ wird $V = c$ und $v = C$: wenn gleiche elastische Massen aufeinander treffen, tauschen sie durch den Stoß ihre Geschwindigkeiten aus. War die eine Masse vor dem Stoß in Ruhe, ist nach demselben diese in Bewegung, die andere in Ruhe. Auch hier bleibt vor- und nachher die Quantität der Bewegung die

gleiche. Vielleicht ist es ferner noch zweckmäßig, für das Folgende zurückzugreifen auf die elementarste Fassung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft. Das Produkt ps aus Kraft und Weg heißt Arbeit. Bei der Bewegung durch den Weg s erlangt die Masse m (nach den Regeln für die gleichförmig beschleunigte Bewegung) eine solche Geschwindigkeit, daß $ps = \frac{m}{2} v^2$ ist: die lebendige Kraft, welche die Masse erlangt, ist gleich der Arbeit, durch welche sie hervorgebracht wurde. Während die Geschwindigkeit der Masse, also die lebendige Kraft, beständig wächst, nimmt die Spannkraft fortwährend ab, die Summe beider gibt eine stets konstante Größe[1]).

Am bekannten alten Stoßapparat von Mariotte (in dessen heutiger Form) kann man bei Anbringung von mehr als zwei, z. B. n sich berührenden elastischen Kugeln sehen, daß, wenn die erste Kugel die zweite mit der Geschwindigkeit c trifft, die erste Kugel zur Ruhe kommt, auch die zweite usw. bleibt ruhig, nur die letzte springt mit der Geschwindigkeit c ab. Stoßen die beiden ersten Kugeln, springen die beiden letzten ab usw. Stößt von jeder Seite eine, springen diese beiden äußersten mit vertauschten Geschwindigkeiten zurück usw. usw.

Diese Fälle aus der Mechanik sollen bloß als allgemeinste Beispiele in einfachster Weise illustrieren, erstlich, wie seinerseits auch jeder (physiologische) Zustand im organischen System, während des wechselseitigen Ersatzes, den vorausgehenden erfaßt und in sich einschließt („adoptiert"). Das organische System ist damit ebensowohl Inhaber wie Besitz. Der Vergleich reicht viel weiter. Es wird Kant zugeschrieben, gesagt zu haben, es sei im Bewußtseinsstrom gerade so, als ob elastische Kugeln nicht nur die Befähigtheit der Bewegung, sondern auch das Bewußtsein davon hätten, und als wenn eine erste Kugel ihre Bewegung und ihr Bewußtsein auf die zweite usw. überträgt, welche beides aufnehme und an die dritte usf. abgebe, bis die letzte Kugel alles enthalte, was die anderen enthalten und als ihr Eigentum behalten hatten. Für die oben angedeutete „psychische Aggregation" werden wir später noch darauf zurückzukommen haben[2]). Die dauernde Erhaltuung der Eindrücke betont besonders Semon.

Zweitens lernen wir aus solchen Paradigmen die Art und Weise verstehen, wie im organischen System (Individuum) eine solche Verbindungsweise der Funktionen (nach Vitalreihen) sich herstellt, daß einzelne Teilsysteme zusammengeordneter Apparate und Tätigkeiten sich als Motoren gegen das Übrige verhalten, welches die Stelle der Last vertritt.

Der methodologische Vorteil des Systems ist aber auch, wie wir noch sehen werden, aus sehr vielen anderen Gesichtspunkten klar[3]). Dabei wird der Systembegriff in verschiedenem speziellen Sinn genommen. Wir haben es für unsere Betrachtung einmal mit dem genotypischen System zu tun, weiterhin mit dem organischen System (den organischen Teilsystemen) des entwickelten Körpers (Phänotypus). Die fertigen Lebensformen sind nichts künstlich Isoliertes, sie sind etwas Konkretes. Das organische System ist eben das Individuum. Dieses ist auch schon nach Cohen keine bloße Einheit im Sinne von

[1]) Vgl. E. Mach: Kompendium der Physik. Wien 1863.

[2]) Vgl. W. James: Psychologie. Leipzig, Quelle, 1909.
R. Semon: Mneme. 3. Aufl. Leipzig, Engelmann, 1911.

[3]) Vgl. z. B. H. Driesch: Biologie als selbständige Grundwissenschaft. 2. Aufl., Leipzig 1911. Analytische Theorie der organ. Entwicklung, Leipzig 1894.

Wechselbeziehung. Es steht nicht bloß auf dem Ganzen und den Teilen. Als die neue Art von Teilen im organischen System werden von Cohen die Organe betrachtet, die eigentlich (logisch) gar keine Teile sind. Für den Organismus sind alle Organe wertvoll, durch jedes seiner Organe ist er bedingt, wie jedes selbst auch von ihm bedingt ist. Das System der Organe führt zum Ursprung der Lebenseinheit, zum Individuum. Das (dynamische) System der Wirkung und Gegenwirkung bewältigt die Zusammenfassung der sich geltend machenden Elemente. Das Individuum in seiner natürlichen Isolierung und geschlossenen Selbständigkeit, das Lebewesen bedeutet eine Einheit, für welche alle Verbindungen, die von ihr eingegangen werden, nur Mittel bleiben. Maßgebend ist also die Richtung des organischen Systems, die einheitlichte Gemeinsamkeit und Allgemeinheit, die selbständige Einheit. Cohen hält deshalb auch eine neue (logische) Kategorie für das Problem des Individuums erforderlich, diejenige des Zwecks. Aber nicht etwa den Naturzweck, sondern eine entdinglichte formale Zweckmäßigkeit, lediglich ein positiv methodologisches Prinzip, einen Gesichtspunkt, welcher den organischen Gegenstand (den Organismus) in der prägnanten Bedeutung des Individuums objektiviert. Überdies müsse diese Methode schon bei Formulierung der Lösungen über sich selbst hinausführen zur Kausalität. Die formale Zweckmäßigkeit habe die Probleme zu entwerfen, die Lösung schiebt sie der letzteren zu. Die Tatsachen der Anpassung fallen für Cohen unter den gleichen Finalismus. Der Unterschied zwischen dem System der Reaktion und dem System des Individuums läßt Cohen immerhin scharf bestehen, wenn er auch nicht den Organismus als Gegenstand methodisch abschließen will. Die methodische Einheit, in welcher alle Probleme des Organismus zusammengehen, ist der Stoffwechsel. Alle Verwandlung, die im Organismus sich vollzieht, sei unter dem Gesichtspunkt zu erforschen, daß sie die Einheit des Individuums herstellt und erneuert. Damit ist aber der Organismus auf Chemie und Physik reduziert.

Finalismus und Kausalität.

2. Die Tatsache, daß in Konsequenz der exakten Erblichkeitslehre das harmonischste Artexemplar eine Summe unabhängig vererbbarer Charaktere darstellt und daß im realisierten Organismus auch korrelativ durchaus nicht alles in seinem Interesse geregelt ist, ganz abgesehen vom Kampf ums Dasein mit anderen Arten, nötigt aber gerade den Arzt, welcher alle Tage mit den Dysharmonien der menschlichen Organisation zu tun bekommt, zu dem Versuch, die Finalität praktisch aus der Lehre vom organischen Individuum völlig auszuschalten [1]). Der Organismus reagiert nicht immer erhaltungs- und entwicklungsgemäß. Jede Krankheit, alles Kümmern, pathologisches Alter usw. sind Beweise dafür. Dazu kommen die vielen indifferenten Strukturen.

Die spezielle Formulierung der Zweckfrage wird heutzutage tatsächlich darauf beschränkt, ob durch Eigenschaften oder Vorgänge, indem sich dieselben als Einzelheiten und Beziehungen in ein Ganzes einreihen, die Existenz von Individuen und Gattungen immanent als dauerfähig nach Raum und Zeit erhaltungsgemäß gefördert erscheint. Darin sind besonders alle Regulationsprozesse eingeschlossen. Diese letzteren sind für mich eine spezielle Frage der Organisation. Sie soll im folgenden in den Kapiteln physiologischer Zustand, „Faktor der Sicherheit“ und an noch anderen Stellen näher besprochen werden.

[1]) Vgl. E. Pflüger: Teleologische Mechanik der lebendigen Natur. 2. Aufl. Bonn 1877. Jensen: Organische Zweckmäßigkeit usw. Jena 1907.

Wenn dagegen gefragt wird, in welchem Sinne etwa die Organismen als „unbeschränkte Wiederholungen spezifisch zusammengesetzter Körper, die von ihresgleichen stammen"[1]), „Naturzwecke" sind, so zielt man auf die Entstehung des Zweckmäßigen in und aus der organischen Gesamtentwicklung und auf die Begreifbarkeit des Prinzipium individuationis als Vielheit von Exemplaren bestimmter Art. Dabei geht man gewöhnlich über die berechtigte Konstatierung, daß die Natur selbst den lebendigen Körper mit seinen heterogenen, sich gegenseitig ergänzenden Teilen und seinen verschiedenartigen einander voraussetzenden Verrichtungen isoliert und in sich geschlossen hat, im Gegensatz zu den Gestaltungen der unbelebten Materie, wo künstliche praktische oder wissenschaftliche Bedürfnisse maßgebend werden, wie ich glaube, unnötig hinaus.

Wo teleologische Erklärungen in Anwendung kommen, ist gewöhnlich bloß der zweckmäßig bezeichnete Endeffekt wirklich gegeben, nicht aber eine Zweckursache. Manifeste Antizipationen derselben erleben wir bloß in unserem Bewußtsein. Im Gebiet des Geisteslebens, welches durch Zweckvorstellungen stark bestimmt scheint[2]), muß somit, gegenüber einer momentan herrschenden Teleophobie, dem Zweckbegriff zu seinem Recht, bzw. zum richtigen Verständnis verholfen werden. Wir lehnen uns dabei einfach an Kant[3]) an, welcher die Zweckmäßigkeit nicht als Naturgesetz gelten läßt, sondern bloß als wesentliches Beurteilungsprinzip, kein Erklärungsprinzip, ein Prinzip der reflektierenden, nicht der bestimmenden Urteilskraft. Die Frage nach der Herkunft einer gestaltlichen Bildung oder Leistung kann durch den an der Erscheinung versuchten Zweckbegriff nicht aufgeklärt werden. Gegen die kaum ausrottbare sprachliche Hervorhebung der Eignung oder Brauchbarkeit der anatomischen Verhältnisse oder Funktionen, die überdies in der einfachen Umkehr gewöhnlich eine Kausalbeziehung einschließt oder sich wenigstens sonst in den kausalen Zusammenhang einordnet, wird natürlich auch nicht viel einzuwenden sein.

In neuester Zeit[4]) spricht man nicht bloß von selbst- und artdienlicher, sondern auch noch von fremddienlicher Zweckmäßigkeit. Wie Andere lehne auch ich speziell das letztere Problem ab. Bei Besprechung der (parasitischen) Symbiose muß darauf später eingegangen werden (vgl. S. 158).

In diesem Zusammenhang seien gleich auch einige Bemerkungen über die verschiedenen möglichen Kausalauffassungen gestattet. Eine andere „Notwendigkeit" als die logische kann man nicht anerkennen. In allen Auffassungen der Kausalität steckt Regelmäßigkeitsannahme. Letztere ist nicht beweisbar. Aber sie bewährt sich, ohne sie fänden wir nicht den Mut zum Handeln. Daraus resultiert denn auch der nur psychologisch verständliche Glaube an ihre Unentbehrlichkeit für die wissenschaftliche Erkenntnis. Auch die sich darauf stützende Gesetzmäßigkeitsannahme, welche die Zusammenfassung einer größeren Zahl komplexer Tatsachen in einem übereinstimmenden Ausdruck ermöglicht, „empfiehlt sich" schon unserer Selbst-

[1]) Vgl. A. Driesch: Philosophie des Organischen. Leipzig, Engelmann, 1909.
W. Stern: Person und Sache, 2. Bd. Menschliche Persönlichkeit. Leipzig, 1918.

[2]) Vgl. W. Wundt: Naturwissenschaft und Psychologie. 2. Aufl. Leipzig, Engelmann, 1911.

[3]) J. Kant: Kritik der Urteilskraft. Kirchmann, Berlin, 1868—1873. (Philosoph. Bibl.)

[4]) E. Becher: Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen. Leipzig, Veit & Co., 1917. Naturwissenschaften. 16. Jahrg. Heft 16, 1918.
F. Heikertinger: Biolog. Centralbl., 37. Bd. 1917. Naturwissenschaften, ibidem.

erhaltung zuliebe, welche schwierig wäre ohne die Extraktion von Gleichförmigkeiten aus den chaotisch wechselnden Reizkonstellationen.

Mach[1]) hat überzeugend dargelegt, daß auch die Kausalität bloß ein Verknüpfungsverhältnis angibt. Was hinzugetan wird, sei wenig nutzbringend. Da in der Regel eine Ursache nicht angebbar ist, sondern ein individueller Tatbestand meist durch einen Komplex von Bedingungen bestimmt wird, empfiehlt es sich, die begrifflichen Bestimmungselemente einer Tatsache in dem Sinn als abhängig voneinander anzusehen, wie dies die Mathematik tut. Wurzelt doch aller Determinismus in der schon von Descartes betonten Koinzidenz zwischen dem sinnlich Wahrnehmbaren und dem Mathematischen. Auch die Ursache würde demnach passend durch den mathematischen Funktionsbegriff ersetzt. Das Wesen der funktionellen Wechselbeziehung, durch welche, wie Mach, auch Avenarius[2]) die kausale ersetzt, besteht darin, daß zwei Größen sich in einem gegenseitigen Verhältnis befinden, demzufolge bei Veränderungen der einen notwendig auch solche der anderen vor sich gehen. Eine der Funktionen ist dann die abhängig Veränderliche, die zweite, die unabhängig Variable. Die gegen diese Darstellung erhobenen Einwendungen sind kaum stichhaltig[3]). Der methodische Vorteil einer solchen Betrachtungsweise liegt u. a. auch darin, daß durch die Berücksichtigung bloß des Wie, nicht auch das Was, der unnötige Gegensatz zwischen Kausal- und Zweckbetrachtung gemildert und beim Psychischen und Physischen nicht der wissenschaftliche Stoff, sondern die Untersuchungsrichtung als verschieden erklärt wird.

Oft liegt in der Bezeichnung Ursache eine ungerechtfertigte Bevorzung gegenüber dem ganzen zu berücksichtigenden Bedingungssystem[4]). Deshalb urgieren auch Manche gegenwärtig speziell in der Medizin die „konditionale" Betrachtungsweise[5]). Auch bei ihnen aber stellt die jeweils „unersetzliche" Bedingung das allgemeine kausale Prinzip so ziemlich wieder her.

Sicher hat die Naturwissenschaft auch andere Aufgaben, als die Klarstellung von Kausalbeziehungen. Sie ist überdies außer Stande, alles natürliche Geschehen selbst im Bereiche bloß der Physik direkt kausal zu erklären. Die Forderung einer geschlossenen Naturkausalität ist keineswegs gleichbedeutend mit Kausalität

[1]) E. Mach: Prinzipien der Wärmelehre. Leipzig, Barth. Analyse der Empfindungen. 5. Aufl. Jena, Fischer.

[2]) R. A. Avenarius: Kritik der reinen Erfahrung. Leipzig 1888/90. Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes. Berlin 1901. Der menschliche Weltbegriff. Leipzig 1891.

[3]) E. Becher: Naturphilosophie (in Kultur der Gegenwart). 3. Teil, 7. Abt., 1. Bd. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1914. E. Hennig: Ernst Mach. Leipzig, Barth, 1915.

[4]) Schopenhauer: Welt als Wille und Vorstellung. Samtl. Werke (Frauenstaedt), I, II, III. Leipzig 1881.

J. St. Mill: System der Logik. Deutsch von Gompertz II.

v. Kries: Vierteljahrsschrift f. wissenschaftl. Physiologie, Bd. XII, S. 209.

[5]) Verworn: Die Frage nach den Grenzen der Erkenntnis. Vortr. 1908. Kausale und konditionale Weltanschauung 1912.

H. Ribbert: Das Wesen der Krankheit. 1909.

v. Hansemann: Das konditionale Denken in der Medizin. 1912.

F. Martius: Das Kausalprinzip in der Medizin. Berlin u. Wien, Urban & Schwarzenberg, 1914.

J. M. Verweyen: Philosophie des Moglichen. Leipzig, Hirzel, 1913.

überhaupt. Es gibt auch in der Physik Fälle[1], für welche im Gegensatz zur dynamischen, die lediglich statistische Gesetzmäßigkeit Anwendung findet. Die Prozesse der erst erwähnten Kategorie (Gravitationserscheinungen, die mechanischen und elektrischen Schwingungen, die akustischen und elektromagnetischen Wellen) sind reversibel, in ihren Gleichungen spielt das Vorzeichen der Zeit keine Rolle; sie lassen sich dem Prinzip der kleinsten Wirkung einordnen, welches dasjenige der Erhaltung der Energie zugleich mit enthält. Die Vorgänge der zweiten, statistischen (Wärme, elektrische Leitung, Reibung, Diffusion, die chemischen Reaktionen, sofern sie mit merklicher Geschwindigkeit verlaufen) sind irreversibel, und für sie gilt der zweite Hauptsatz der Wärmetheorie. Allen irreversiblen Prozessen schreibt der letztere ihre Richtung vor. Die hier L. Boltzmann zu dankende Einführung der atomistischen Betrachtungsweise bezieht diese letzteren Prozesse auf das Gesetz der Wahrscheinlichkeit: die Entropie wächst mit der Wahrscheinlichkeit eines Zustandes, wenn die Molekularbewegung der vollständigen Unordnung näher kommt. Ein weniger wahrscheinlicher Prozeß verlangt eine Kompensation. Charakteristisch für einen Wahrscheinlichkeitssatz ist die theoretische Möglichkeit von Ausnahmen, deren tatsächliche Feststellung von höchster Wichtigkeit ist. Vorübergehend kann man z. B. in einer kolloidalen Lösung durch Erschütterung der Flüssigkeit die Brownsche Bewegung der Molekularkomplexe (unter Aufwendung mechanischer Arbeit) in eine Ordnung bringen. Sehr schwierig ist es nun aber, uns vorzustellen, daß auch einmal Wärme vom kalten Wasser zum heißen Eisen geht. Eher schon können wir theoretisch die Eventualität begreifen, daß (entsprechend einer Bemerkung Plancks) ein Goethesches Gedicht durch Aneinanderlegung von Buchstaben resultiert, die blindlings aus einem Sack gezogen worden sind. Speziell im geistigen Leben steht die strenge Kausalität vollkommen hinter der Wahrscheinlichkeit zurück. Überhaupt treten auf dem Gebiet der vitalen Prozesse die Geschehnisse, bei deren Erfassung wir zu einem Zahlenausdruck von typischer Gültigkeit (Gesetz) gelangen, zurück gegen die Auffindung von Wahrscheinlichkeiten, resp. statistische Betrachtungen. Ein Beispiel ist die exakte Erblichkeitslehre. Durch Vererbung entsteht vor allem das Wahrscheinliche, in einer Minderzahl das Variierte, in einer immerhin beachtenswerten Zahl scheinbar sprunghaft „Neues". Für die Individualitätslehre spielt eine besondere Rolle die „Chance", z. B. ein bestimmtes Lebensalter zu erreichen, welches in der Praxis der Versicherungsanstalten etwas sehr Wesentliches ist. Auch hier werden ganz bestimmte Wahrscheinlichkeiten in den Kalkul eingesetzt.

Systembegriff in der Biologie

3. Zum erstenmal finden wir ein System, welches die dynamische Wechselwirkung zwischen den Lebewesen und den sie beeinflussenden Einflüssen der Umwelt kennzeichnet, bei Lotze und Spencer[2]. Das Leben besteht in der Aufrechterhaltung eines beweglichen Gleichgewichts zwischen inneren und äußeren Vorgängen, in der beständigen „Anpassung" innerer an äußere Relationen. Der Kraftüberschuß, der sich entweder von der Umwelt auf den Organismus oder von dem letzteren auf erstere geltend macht, erschöpft sich in der Hervorrufung einer Veränderung im „physiologischen Zustand" des Organismus. Diese Veränderung wirkt direkt auf

[1] M. Planck: Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. Rektoratsrede, 3. VIII. 1914 Berlin; und Hinnebergs Kultur der Gegenwart, 3. Teil, 3. Abtlg., 1. Bd. Physik.

[2] H. Lotze: Leben, Lebenskraft, Wagners Handwörterbuch I, 1842.

H. Spencer: Prinzipien der Biologie (1863, 1864). Deutsch von Vetter, Stuttgart 1876.

einzelne Organe ein, indirekt berührt sie sämtliche Funktionen, also das ganze System. Es wird ein neues Gleichgewicht zwischen der neuen Kombination von Lebensbedingungen hergestellt. Spencer erkannte richtig die Beziehungen, in denen jeder Teil des Organismus zum Ganzen steht. Es läßt die Organe durch die Funktion entstehen und kennt die funktionelle Anpassung. Avenarius setzt neuerlich diese Betrachtungsweise fort, C. Hauptmann (als Schüler des letzteren Philosophen) ist in derselben Richtung bemüht [1].

Fechner [2] hat das Prinzip der „Tendenz zur Stabilität" aufgestellt. Diese Tendenz geht dahin, organische in anorganische Zustände zu verwandeln. Sie vereint das Kausal- und das teleologische Prinzip, indem bei ersterem der Grund, bei letzterem das Ziel einer und derselben gesetzlichen Aufeinanderfolge ins Auge gefaßt wird.

Sowohl Spencer wie Fechner übertragen ihre Anschauungen auch auf die psychische Seite der Existenz, ebenso Avenarius und C. Hauptmann.

In jüngster Zeit hat Cohen-Kysper [3], gestützt auf den Begriff des materiellen Systems nach der Hertzschen Definition desselben, versucht, die Lebenserscheinungen, eingeschlossen die psychistischen, durch den Begriff des Ausgleichs, der für die Physik nicht von besonderer Bedeutung ist, zu erfassen. Die Ausgleichserscheinungen versteht er jetzt nicht mehr auf der Grundlage der Energetik; er nennt bloß das Quantum von Energie, mit welchem das vitale System seinen Ausgleich vollzieht, „katechetische Energie". Cohen macht auf diese Weise die Erhaltung des vitalen Systems zum Mittelpunkt der Betrachtung.

Mir selbst scheint es an dieser Stelle vor allem nötig zu entscheiden, ob der organische Systembegriff bloß dazu dienen soll, das Individuum als das System der Organe, also der Endprodukte der Entwicklung (Phänotypus), nicht auch der Impulse dieser letzteren hinzustellen. Der Schimmelpilz Mukor z. B. hat für die Erhaltung der allgemeinen, den nicht differenzierten Embryonalzustand der Zelle bezeichnenden Funktionen Sauerstoff nicht nötig. Der An- oder Abwesenheit von Sauerstoff entsprechend, vermag Mukor regulierend zwei verschiedene Stoffwechselketten einzuschalten, welche, je nach aërober, bzw. intramolekulärer O_2-Versorgung, zur Bildung verzweigter Hyphen, resp. unter Verzicht auf die höhere gestaltliche Gliederung, zum Wachstum als Hefe mit Knospenbildung und Gärvermögen führen [4]. Wir finden identische Organe (in allerdings variabler Komplikation) bei sonst höchstverschiedenen Lebewesen und sehr abweichenden Entwicklungsrichtungen. Ich verweise z. B. auf die Bildung und Reifung der Gameten, auf das Befruchtungsgeschehen, welches morphologisch und funktionell bei höheren Tieren und Pflanzen weitgehend vergleichbar erscheint. Gewisse Mollusken, z. B. die Pechinidae (Kammuscheln), besitzen ein Auge, welches demjenigen der Wirbeltiere sehr ähnelt. Will man etwa behaupten, schon der gemeinsame Stamm habe ein solches Auge besessen? Und wenn schon; kommt nicht beim Menschen zu der sehr primitiven Hand ein so progressives Organ

[1]) R. Avenarius, C. Hauptmann: l. c.

[2]) Vgl. The. Fechner: Einige Ideen zur Schöpfungs- und Entwicklungsgeschichte der Organismen. Leipzig 1873. Tagesansicht gegenüber der Nachtansicht. II. Aufl. Leipzig 1904.

[3]) Cohen-Kysper: Die mechanischen Grundgesetze des Lebens. Leipzig 1914.

[4]) Vgl. Brefeld: Flora (1873); Schostakowitch: Flora. Ergänzungsband. 1895. H. Lundgardt: Chemisch physikal. Theorie des Lebens. Jena, Fischer, 1914.

wie das Gehirn? Wenn die gezwungen divergierende Entwicklung des Lebens in seiner Gesamtheit in zunehmenden Reihen von Neuanfügungen und von Ausmerzungen ausläuft, wenn sie vielfach blind endigende, mit Rückbildung schließende Richtungen einschlägt, wird man nicht die Endpunkte, sondern die Entwicklungsansätze als Impulse ins Auge fassen müssen, wird man die Akte, vermöge deren auf verschiedenen Wegen gleiche Resultate und in derselben Entwicklung einige differente Ausformungen zustande kommen, das Reagierende und nicht die Reaktionserfolge zu betrachten haben. In einer für uns vorbildlichen Wissenschaft, der Chemie, hält man sich ausschließlich an Reaktionsgesetze, Konstitutionsformeln. Die verschiedenen Aggregatzustände des Systems $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} > O$ (Wasser, Dampf, Eis) gleichen den realisierten Zuständen („Phänotypen") der exakten Erblichkeitslehre. Ebenso muß nicht der Phäno-, sondern der Genotypus im Sinne von Johannsen[1]) für uns maßgebend werden! Und zwar nicht bloß hinsichtlich der Entwicklungsarbeit im gewöhnlichen Wortsinn, sondern während der ganzen Individualitätsphase. Im undifferenzierten Artplasma, welches noch keinerlei Spezialisierung nach der Funktion erlitten hat, haben wir ebenfalls und vor allem ein vitales System zu suchen. Das Auge „erklärt" nicht das Sehen, eher noch das Sehen ein Auge. Die Augen des im Dunklen lebenden Proteus anguineus sind, nach Heß, nur im Rohumriß angelegt. Die blinden amerikanischen Urodelen, z. B. Typhlotriton spelaeus, haben Augen, welche erst nach der Metamorphose zurückgebildet werden[2]). Die Teleologie verwandelt den Begriff des Sehens in den Zweck des Sehens und gewinnt praktisch mit diesem als methodologisches Prinzip immerhin greifbare Erfolge. Die unbefangendste Fragestellung — unter Eliminierung von Mechanismus und von Teleologie — geht aber doch dahin: was gewinnt erfahrungsgemäß das kombinierbare genotypische System durch Eingliederung der vererblichen Anlage eines zeitlich-räumlich verschieden zu realisierenden optischen Analysators?

In dieser Abhandlung wird deshalb, wie schon angedeutet, der Systembegriff erstlich angewendet auf die Kombination der Erbanlagen (genotypisches System). Ich wiederhole bei jeder Gelegenheit, im Anschluß an Johannsen[3]), daß die Erbeinheiten (Gene) nicht nur nicht als selbständig „lebende" Elemente aufgefaßt werden können, sondern auch für sich nicht imstande sind, etwas zu realisieren. Der systematisch aufgefaßte Gesamtgenotypus bedingt alle in Betracht kommenden Erscheinungen. Nimmt man eine Massenzunahme (Epigenese) der genotypischen Elemente in der Ontogenese an, um dem Wachstum und den Teilungen der Zygote Schritt zu halten und dem zu entsprechen, was die Integration in der Entwicklung ausmacht, betrifft dies wiederum den Gesamtgenotypus, nicht aber die getrennt gedachten, freien Elemente desselben. Die genotypischen Elemente gleichen nicht einfach isolierbaren Radikalen der Strukturchemie. Abgesehen davon, daß die Arteigenheit in concreto immer an eine morphologische (allerdings nicht die volle Zell-) Struktur geknüpft erscheint, spricht alles dafür, die genotypische Konstitution analog der chemischen aufzufassen. Der Phänotypus ist das persönlich Realisierte der gesamten genotypischen Konstitution. So wird Reaktionserfolg und Reaktionsnorm streng auseinander gehalten. Die persönlichen Charaktere sind Reaktionen, welche durch

[1]) W. Johannsen: l. c.
[2]) R. Hertwig: Zoologie. Jena, Fischer, 1903.
[3]) W. Johannsen: l. c.

das Zusammenspiel eventuell ganzer Reihen von Elementen des genotypischen Systems der betreffenden Zygote notabene unter der vorliegenden Konstellation von Außenbedingungen resultieren. Dem entsprechend sind, ganz der chemischen Konstitution entsprechend, nach den tatsächlichen Ergebnissen der Mutationslehre die verschiedenen Genotypen nur diskontinuierlich unterschieden. Die ebenfall aus dem Systembegriff ableitbare relative Selbständigkeit der einzelnen Gene gibt sich kund durch deren freie Verteilung auf die Gameten der Bastarde. Die Koppelung und Abstoßung von Faktoren, resp. die Kohärenz und Korrelation der Charaktere ist von größter Wichtigkeit, da der Austausch eines Gens die ganze Reaktionsnorm ändert.

Für unsere Betrachtung ist auch das Seelenleben in mancher Beziehung nur eine weitere Ausbildung des Reflexvorganges. Die psychische Verarbeitung, wenigstens im Zusammenhang mit gemachten Erfahrungen, ist an die Überleitung zwischen Reiz und Entladung nach außen geknüpft. Die „Umwelt" steht in wechselseitiger Bedingtheit zu der genotypisch angelegten systematischen Kombination von Reizanalysatoren (Sinnesorganen), welche dem Organismus je nach Art und individueller Variation zur Verfügung stehen. Es kommen nicht einfach stereotype Eigenschaften eines für alle Individuen aller Spezies identischen Reizkomplexes („Außenwelt") in völlig gleichen psychischen Phänomenen zum Ausdruck. Das Denken liefert keine Abspiegelung einer objektiven Außenwelt. Wenn wir tatsächlich finden werden, daß verschiedene Individuen einen verschiedenen Vorstellungstyp (visuell, auditiv, motorisch), verschiedenes Gedächtnis, verschiedene Phantasie usw. usw. haben, müssen wir auch die Anlagen hierfür schon auf die genotypische Konstitution zurückführen. Im Sinne dieser wechselseitigen Bedingtheit kann man vielmehr sagen, daß die Umwelt für jeden systematischen Komplex der Gene individuell besonders geschaffen ist. Die Umwelt erscheint, ererbt und durch die Lebenslage modifiziert, art- und individualgemäß verschieden. Die Denkarbeit setzt z. T. speziesgemäße Empfindungselemente und komplexe Wahrnehmungen in logische Gebilde um, welche die Effekte unserer Willensimpulse und neue Empfindungseindrücke im Anschluß an unsere Handlungen voraus berechnen läßt. Im allgemeinen ist also auch die realisierte Mannigfaltigkeit des Seelenlebens ebenfalls ein „Phänotypus". Sie ist ein Teil der Persönlichkeit überhaupt. Das System mit seinen stetigen und gesetzmäßigen Zusammenhängen, mit seinen verschiedenen Gleichgewichten eignet sich somit auch für die Darstellung des Seelenlebens. Wenn ein Teilsystem, das Gehirn, dabei eine besondere Rolle spielt, ist dies darin begründet, daß in demselben der Körper sich ein Organ geschaffen hat, welches aller spezifischer Energien fähig ist, die der Organismus in verschiedenen Teilen besitzt. Besonders beim Menschen ragen fast alle Lebensvorgänge, alle Leibesabschnitte irgendwie ins Großhirn. Außerdem werden auch vor allem im Gehirn die Gedächtnis„spuren" aufgespeichert.

Zweitens betrachten wir die realisierte Person selbst, soweit sie ein Ganzes ist, als organisches System. Hinsichtlich dieses Ganzen der Person müssen wir unsere gewohnten Vorstellungen einer Revision unterziehen. Das „normale" Artexemplar am Ende des Wachstums erscheint uns vor allem als allseitig begrenzter Raum von bestimmten Dimensionen und speziesgemäßem Habitus. Eine aus dem Zweizellenstadium isolierte Furchungszelle von Echinus microtuberculatus liefert eine ganze, aber kleinere Blastula und Gastrula. Viel weitergehende Abweichungen kann die

abnorme Lebenslage während der Entwicklung verursachen. Ich erinnere nochmals an Belogolowys Untersuchungen[1]. Zwingt man nackte Kröten- und Froschmorulae, Blastulae, Gastrulae durch Einpflanzen in die Bauchhöhle erwachsener Tiere derselben Art zum Parasitismus, entwickelt sich das Anurenei trotz normaler genotypischer Konstitution, offenbar bloß infolge der neuen Umgebung, nicht zu einem typischen Vollindividuum, nicht zu einer „ganzen" Person, es kommt vielmehr, wie wir schon wissen, zur Auflösung des (jungen) Embryo in einzelne Zellen, zu Produkten, welche aus isolierten Gewebsbildungen bestehen, zur Entwicklung von Plasmodien, Zysten, ja selbst sarkomähnlichen Zellen. Man wird Roux vielleicht beipflichten können, wenn er diese Dinge nicht als „neue Individualitäten" gelten lassen will, sondern als lebenden „Individuendetritus". Wiederum andersbe wirkt wohl (nach C. Herbst) kalkloses Seewasser eine Trennung der Furchungszellen des Seeigels (vgl. S. 38). Die bloße Isolierung kann es in beiden Fällen nicht machen. Denn bloße Isolierung, z. B. durch Schütteln, verhindert das Zustandekommen normaler „Ganz"-bildungen nicht. Das phänotypische Ganze (ein „originäres" Ganze werden wir in der genotypischen Konstitution kennenlernen) ist auch nur in dem artgemäß-individuell Systematischen zu suchen. Es ist bereits wiederholt darauf hingewiesen worden, daß der fertige Organismus als Teil der Natur (für das Individuum als Zentrum der Handlung, als „Subjekt" gelten nur zum Teil noch andere Überlegungen) ein geschlossenes System darstellt, dessen innere Kräfte mit denjenigen des umgebenden (äußeren und inneren) Mediums im Gleichgewicht gehalten werden. Dies ist vor allem wiederum auf Entwicklungsarbeit und auf Arbeitsbereitschaft zu begründen. Mit der Kompliziertheit der Organisation wachsen die Gleichgewichtselemente nach Raum, Zeit, Spezialität, Allgemeinheit, Verwicklung, Koordination. Wir haben bereits kurz kennen gelernt (vgl. S. 9ff.) Mechanismen beständiger und zeitweiliger Verbindungen, sowie Analysatoren und Assimilatoren, welche die Außenwelt zerlegen usw. Ferner hörten wir schon von der wechselseitigen Induktion der Konstituenten des organischen Systems (der Teilsysteme) auf dem Wege der Beeinflussung des dynamischen Gleichgewichts im Stoffwechsel (Simultankontrast). Wir fanden ferner im allgemeinen eine solche Verbindungsweise der Funktionen, daß Teilsysteme zusammengeordneter Apparate und Tätigkeiten sich als Motoren gegen das Übrige verhalten, welches die Stelle der Last vertritt. Die vermöge aller Vorkehrungen zur Selbstregulierung gewährleistete Stabilität müssen wir, nach dem Sprachgebrauch der praktischen Maschinenlehre, als resultierende Leistung der Erhaltungsfunktionen an keinen Teil, sondern an das ganze organische System knüpfen, resp. an die im Genotypus angelegte, während der Individualitätsphase nur teilweise modifizierte Zusammenhangsform der Apparate (Funktionen) des Organismus. Bei Beurteilung der Kompensationen („balancement organique") und Korrelationen im Phänotypus, welche ja auf alle Fälle beweisen, daß auch der realisierte Organismus ein Ganzes in bestimmtem Gleichgewichtszustand ist, wenn auch tatsächlich jeder Körperteil in bedeutendem Maße unabhängig von anderen Organen variiert, muß, wie wir noch sehen werden, die genotypische Konstitution immer mit berücksichtigt werden.

[1] Belogolowy: Archiv für Entwicklungsmechanik. Bd. XLIII. 1918.

D. Lokalisation der Krankheiten in der modernen Medizin.

Topographisch-anatomische, histologische Krankheitsklassifikation.

1. Durch reichen Erfolg hat es sich gerechtfertigt, daß die neuere klinische Pathologie sich verlegte auf ein fortschreitendes Streben nach Lokalisation der Krankheit. Unsere heutige Krankheitsklassifikation verfährt in der Tat topographisch-anatomisch und außerdem histologisch[1]).

Das konsequent lokalistische Prinzip kann sich schon an die Verkehrsweise des entwickelten Organismus mit der Außenwelt halten, die es mit sich bringt, daß sehr viele, ja die meisten Störungen des Lebensvorganges ersichtlich von einem an der äußeren oder inneren Körperperipherie gelegenen Organ oder doch überhaupt von einem Organ (Gewebe) ausgehen und in einem oder vielen Organen herdförmig unterhalten werden. Die geänderten inneren und äußeren Lebensbedingungen, sowie die krankhaften Reize, in deren Bereich, wie schon Brown[2]) richtig erkannt hat und, im Anschluß an Joh. Müller[3]) besonders R. Virchow wieder aufnahm, schließlich alle möglichen Krankheitsursachen fallen[4]), wirken gewöhnlich an bestimmter Stelle, bzw. in einem vereinzelten funktionellen Partiargetriebe (Vitalreihe), wenn sich auch die Folgen alsbald afferent über benachbarte Teile, über anderweitige funktionelle Partialglieder ausbreiten und schließlich, mehr oder weniger, das Ganze des Organismus reagiert, wobei dieser jedoch wiederum bestimmte Organe und spezielle Glieder der Funktionenkette in Tätigkeit treten läßt.

Man darf bei alledem nur nicht außer acht lassen, daß diese Tatsachen doch bloß eine Konsequenz der weitgehenden Arbeitsteilung im vielzelligen hochdifferenzierten Organismus ist. Ein Tier mit etwa bloß zwei Primitivorganen, Haut- und Darmepithel in allen Abschnitten des Körpers, z. B. eine Hydra, enthält, auch in Stücke zerteilt, mit den genannten Organen immer noch die Möglichkeit der Fortexistenz. Die ganze Entwicklung der Zölenteraten ist bloß auf zwei Keimblätter gestellt, so daß nur die aus je einer Zellenlage bestehenden beiden Körperschichten zur Geltung gelangen können, auch wenn irgendwelche Differenzierungen (im Außenblatt Sinneszellen, Nesselkapseln, Ganglienzellen, Muskelfasern, Geschlechtsprodukte) in ihnen auftreten. Die innere Epithellage verarbeitet bloß Nährmaterial im Gastrovaskularraum. Die Ausschaltung eines Teilstückes als isolierter Krankheitsherd brauchte da, abgesehen von restitutiven Prozessen, gar nichts auszumachen. Das Geknüpftsein einer lebenswichtigen Funktion an ein bestimmtes einziges Organ infolge der Arbeitsteilung jedoch trägt im vielzelligen Organismus die Schuld daran, daß jede Störung, welche eine spezielle Organleistung trifft, sinnenfällig in Symptomen hervortritt, aber wegen der mit jeglicher Differenziation eng verknüpften Integration auch den übrigen Körper regelmäßig mitgefährdet. Daraus folgt aber noch lange nicht, daß Polypen nicht auch gewissen, ihrer Natur entsprechenden

[1]) C. Rokitansky: Handbuch der pathologischen Anatomie. Wien, Braumüller, 1842. R. Virchow: Cellularpathologie. 4. Aufl. 1871.

[2]) J. Brown: Elementa medicinae Edinb. 1780, Lond. 1787.

[3]) Joh. Müller: Handbuch der Physiologie des Menschen 1. Aufl. Coblenz 1833–38, 9. Aufl. 1890–94.

[4]) Vgl. auch M. Verworn: Erregung und Lähmung. Jena, Fischer, 1914; in Allg. Physiologie. 2. Aufl. Jena 1897.

„krankhaften" Prozessen unterliegen können. Ich erinnere z. B. an die schon früher erwähnte (vgl. S. 9) Heteromorphie der Polypen.

Indem die anatomische Denkweise im Geiste R. Virchows beim Suchen nach dem Ort der Krankheitsprozesse auch bloß die vitale Funktion hervorkehrte[1], vermochte sie selbst noch in jüngster Zeit über ihr einstiges Ziel hinauszuschreiten. So handelt es sich z. B. nach Maßgabe vieler neuerer einschlägiger Erfahrungen auch bei den „allgemeinen Ernährungsstörungen", jenen früher vorwiegend durch abnormen Austausch von Stoffen zwischen Blut und Gewebe charakterisiert gedachten und wenig scharf und zutreffend als „konstitutionell" definierten Krankheitsprozessen, zunächst um Abweichungen vorwiegend vereinzelter Richtungen der chemischen Stoffbewegung, die zum Teil ebenfalls auf mangelhafte Leistung der differenzierten chemischen Organisation, bzw. bestimmter Organe und Organsysteme zurückzuführen ist (man denke an den Diabetes melitus u. a.). Allerdings beweist z. B. ein Stück Darm, das Herz, die Gebärmutter, die Blase, konserviert bei Körpertemperatur in einer die nötigen Ionen enthaltenden Lösung unter O_2-Zufuhr, daß alle Bewegung usw. fort dauert, der Einfluß der Gifte wie innerhalb des Organismus usw. sich geltend macht, während schon die Entfernung des Ca-Ions die Motilität aufhebt, trotzdem die organische Struktur, mit den schärfsten Mikroskopen analysiert, intakt geblieben ist. Auch die Aminosäurediathese zeigt, daß einschlägige Mängel des Intermediär-Stoffwechsels in den mikroskopisch darstellbaren Dauerstrukturen von Organen und Geweben sich gar nicht bemerkbar zu machen brauchen! Einer Reihe von Wachstumsstörungen hat man noch vor kurzem besonders „feinmolekuläre" Veränderungen zugrundlegen wollen, welche „von vornherein" den Ausbau der Gewebe oder deren Erhaltung auf der Endstufe formaler Entwicklung und der Höhe funktioneller Leistung zu beeinträchtigen geeignet wären (hierher zählt der Kretinismus u. a.). Auch sie müssen jedoch keine eigentlich primäre (in der genotypischen Konstitution begründete) Vegetationsstörung sein. Sie stellen tatsächlich häufig bloß sekundäre dar, wobei pathologisch histioide Affektionen bestimmter Einzelorgane (z. B. innersekretorischer Drüsen) frühzeitig, aber doch im bereits mehr oder weniger weitgehend, resp. vollendet differenzierten Organismus den Ausgangspunkt bilden, allerdings besonders solche, in denen gewisse Wachstumsfunktionen (trophische Reize) für zahlreiche anderweitige Teile zentralisiert sind. Die schließliche Schädigung des Gesamtorganismus erscheint somit auch hier nur als Folge der abweichenden, in der Norm genotypisch zeitlich festgelegten Reifung, oder infolge äußerer Ursachen direkt erkrankter endokriner Organe, resp. wiederum der Abhängigkeit der Teile des Körpers voneinander. Auf die Bezeichnung „primäre" Entwicklungsstörungen können gegenwärtig nur solche wirklich Anspruch machen, welche direkt auf den Wegfall alter oder den Eintritt neuer Gene zurückzuführen sind.

Und um noch einen dritten Fall zu erwähnen: in Verbindung mit dem Tierexperiment haben anatomische und pathologisch anatomische Untersuchungen, welche vor allem den Sitz der Veränderungen in den verschiedenen Abteilungen und muskulären Systemen des Herzens genau berücksichtigten, wichtige Unterlagen geschaffen für bestimmte Abweichungen von der normalen Reizbildung und der

[1] R. Virchow: Morgagni und der anatomische Gedanke in der Medizin. Internationaler med. Kongreß. Rom 1894.

Sukzession der einzelnen Herzabschnitte in der Systole, und damit auch für eine topische Herzdiagnostik.

Ermittlung der örtlich anatomischen Läsion und ihres histioiden Spezialcharakters für immer eine ärztliche Hauptaufgabe.

2. Es braucht sonach kaum betont zu werden, daß auch vom funktionellen Gesichtspunkte aus für alle Zukunft eine ärztliche Hauptaufgabe bleiben muß, die allen Krankheitsstadien zugrunde liegende örtlich anatomische Läsion und zwar in sämtlichen histioiden Einzelheiten während des Lebens der Kranken zu ermitteln (zu erschließen). Allerdings dürfen wir uns, nach Feststellungen der Morphologen selbst, z. B. Aschoffs[1], von einem absoluten Parallelismus der greifbaren geweblichen Veränderungen mit funktionellen Störungen gegenwärtig nicht mehr leiten lassen. Wir müssen weiterhin wegen ziemlicher Gleichartigkeit der Symptome oder wegen der Seltenheit wirklich (in ätiologischem und in anatomischem Sinn) reiner pathologischer Zustände makroskopisch und mikroskopisch scharf unterscheidbare Veränderungen in der Leiche öfter klinisch zu einer einzigen Gruppe zusammenfassen (wie z. B. die Myopathien des Herzens). Trotzdem wäre es theoretisch widersinnig und praktisch unzweckmäßig, etwa zweierlei krankhafte Erscheinungen und Symptome: anatomisch begründete oder funktionelle, streng trennen zu wollen, bzw. vorhanden gedachte oder nachgewiesene histioide Läsionen und deren spezielle Formen bloß als verschiedene Stadien einer in immer derselben (lähmenden) Richtung wirkenden Ernährungsstörung hinzustellen. Entscheidend bleibt für uns hier ein gewichtiger klinischer Grund: von Art und Umfang der speziellen anatomischen Veränderungen hängt im gegebenen Falle ceteris paribus wesentlich mit die Prognose ab!

O. Lubarsch[2]) hat vor einiger Zeit eine sehr lesenswerte Mitteilung über die Grenzen der pathologischen Anatomie und Histologie erscheinen lassen. Was er über typische anatomische Befunde, über morphologische und ätiologische Beurteilung, Rekonstruktion des Krankheitsverlaufes aus dem Obduktionsergebnis, pathologisch-histologische Diagnostik und die Erkennung der Pathogenese aus dem Leichenbefund sagt, eröffnet Gesichtspunkte, die jeder Arzt begrüßen kann. Der Ergründung der biochemischen Vorgänge durch das Mikroskop macht ja auch bemerkenswerte Fortschritte. Der funktionelle Bau des Protoplasmas und der Zelle ist allerdings noch wenig bekannt!

Neben der Rücksicht auf besondere technische Anforderungen ist es die extrem lokalisatorische Auffassung der Krankheit, welche das zunehmende Spezialistentum in der Medizin nicht etwa hervorgerufen, aber doch wenigstens begünstigt hat (Nerven-, Herz-, Lungen-, Magen-, Nierenärzte!). Diese Trennung ist sachlich wenig berechtigt: die isolierte Behandlung eines einzelnen Organs ist sehr oft ein Fehler. Die praktischen Ärzte verschreiben in den Großstädten fast nur den Spezialisten, und das Publikum ist bereits dahin erzogen, denselben zu verlangen. Das unersetzliche Institut des Hausarztes im alten Sinne hat dadurch sehr gelitten.

Die innere Sekretion und die Klinik. Korrelation.

3. Im Jahre 1855 erschien Thomas Addisons berühmte Arbeit: On the Constitutional and Local Effects of disease of the Suprarenal Capsules. Auf Grund umfassender pathologisch anatomischer Befunde wurde hier ein sehr reiches, den ganzen Körper umfassendes Krankheitsbild: Adynamie und Apathie, Störungen seitens des

[1]) L. Aschoff und S. Tawara: Heutige Lehre von den pathologischen Grundlagen der Herzschwäche. Jena, Fischer, 1906.
R. Schlüter: Erlahmung des hypertropischen Herzmuskels. Wien, Deuticke, 1906.
[2]) O. Lubarsch: Jahreskurse f. ärztliche Fortbildung. Januarheft 1913.

Digestionstrakts des Nervensystems, bronzefarbige Pigmentierung der Haut und der Schleimhäute, fortschreitende Kachexie, endlich Koma, Konvulsionen, Tod. mit der Zerstörung der Nebennieren (u. zw. meist tuberkulöser Erkrankung) in Zusammenhang gebracht, und zugleich die erste Erfahrungstatsache betreffend die Leistung der Nebennieren und deren Lebenswichtigkeit aufgedeckt. Dies mußte gerade den Ärzten in der Folge sehr eindringlich klar machen, daß, abgesehen von dem neuralen und dem humoralen Consensus der Teile im Organismus, noch ein weiterer, die beeinflußte Blutmischung durch spezifische Produkte gewisser einzelner Organe, in Betracht zu ziehen ist. Es lenkt dies unsere Aufmerksamkeit zurück auf die Lehre Theophile de Bordeus[1]), nach welcher jedes Organ als Bereitungsort eines spezifischen Stoffes dient, der ins Blut gelangt und zusammen mit anderen solchen für die Integrität des Organismus nützlich und notwendig ist. Besondere Beachtung verdient, daß Borden, dem auch die praktische Wichtigkeit der Anomalien solcher Absonderungen nicht entging, abgesehen von tatsächlichen Beobachtungen an Kastraten, an Individuen in der Pubertät usw. hierbei ausschließlich von der Vita propria des einzelnen Körperteiles (allerdings in einem vitalistischen Sinne) ausging.

Die exakte Erblichkeitslehre endlich hat, wie wir gesehen haben, in der genotypischen Konstitution, über die Korrelation durch Hormone hinaus, eine originäre Ganzheit des Organismus nachgewiesen.

Einseitige topographische Krankheitsklassifizierung läßt den Zusammenhang der pathologischen Prozesse vernachlässigen.

Ganz im allgemeinen kann es uns ja nur auf die Einsicht ankommen, daß durch zu einseitig topographisch-anatomische Krankheitsklassifizierung der Zusammenhang der pathologischen Prozesse untereinander und ihre Beziehung zum Gesamtorganismus in Verlust zu geraten droht oder doch wenigstens nicht zu einer Klarstellung gelangt, welche dem gegenwärtigen Stande unserer eine beschränkte neurale, humorale, resp. innersekretorische Korrelation doch bereits überragenden biologischen Kenntnisse und übrigens auch dem klinischen Bedürfnisse zu entsprechen vermöchte.

Differentiation und Integration in der Biologie.

4. Die Biologie hat, etwa in derselben Zeit, einschneidende Gegensätze überwunden. Noch H. Lotze, in dieser Beziehung zu sehr befangen in an sich entwicklungsfähigen Ideen vorausgegangener Epochen, hatte — irrig — angenommen: „Weder das Blut noch die Nerven sind eigenbelebt, sondern das Leben gehört dem Ganzen und ist streng genommen eine Zusammenfassung unbelebter Prozesse"[2]). Kann man nun auch noch heute nicht zweifeln, daß jedes Organ seine Eigenschaften den Beziehungen verdankt, welche seine genotypischen Anlagen und seine Ausformung mit anderen im entwickelten Organismus verbinden, daß es ferner mit seinen sämtlichen Bestimmungen und mit seiner ganzen Existenz von dem Platze abhängt, den es im Individuum einnimmt, ist doch in der heutigen medizinischen Wissenschaft mit vollem Recht das aus dem Differenzierungsprinzip abzuleitende Eigenleben der Gewebe ein führender physiologischer Gedanke geworden[3]).

Neben Roux, der die selbständige Differenzierung in der Ontogenese nachwies, verdanken wir insbesondere E. Hering tatsächliche Beweise und die höchsten

[1]) Th. de Bordeu: Recherches anatomiques sur la position des glandes et sur leur action, Paris 1752, 1800; Oeuvres complètes, Paris 1818.

[2]) Vgl. H. Lotze: Lebenskraft. Wagners Handwörterbuch der Physiologie I. 1842.

[3]) Vgl. H. Spencer: l. c. E. Hering: l. c.

Höhen erreichende Gedanken, daß den Körperteilen nicht von einem einzigen Zentrum her das Leben zufließt, sie haben ein selbständiges Eigenleben. Auch außerhalb des Verbandes des Gesamtorganismus ist — in den Grenzen, auf die man gefaßt sein muß — eine Fortdauer dieses Lebens möglich. Diese Grenzen sind gesteckt durch die experimentelle Schwierigkeit, die organischen Bedingungen für die Explantate zu schaffen. Aber es genügt doch dem Leser zu wissen, daß z. B. Stücke vom Darm, Herz, Uterus, Blase in einer entsprechenden Nährlösung bei geeigneter Temperatur und bei Anwesenheit von Sauerstoff beweglich bleiben, auf Gifte ihre Erregbarkeit und Erregung ändern usw. [1])

Wenigstens im wesentlichen hält diese Abhandlung an der Auffassung des Lebens als eines chemischen (physikalisch chemischen) Prozesses fest und stellt, wie wir schon gesehen haben, die Erregung (und Hemmung) in den Mittelpunkt der Biologie. Alle Konstituenten der lebendigen Substanz (der Organisation) werden vor allem in bezug darauf in ihrer Bedeutung erfaßt, als Konstituent an sich gilt uns ein Faktor wie der andere. Wir setzen also Eiweißkörper und Kernstoffe, Lipoide, Enzyme, An- und Kationen, Katalysatoren, Wasser mit der organischen Struktur, die für sich auch bloß etwas Chemisches, bzw. etwas Physikalisch-Chemisches und für sich allein etwas Totes ist, nebeneinander.

Die augenblicklich herrschende Auffassung stellt aber — exklusiv — die (mikroskopische) Dauerstruktur und — exklusiv — die Zelle als Formwert, Individualitätsstufe und Elementarorganismus in den Vordergrund [2]). Eine imponierende Fülle theoretisch und praktisch höchst bedeutungsvoller Tatsachen konnte für beides als Stütze verwertet werden.

Sehr bedeutsam wurde, besonders im Zusammenhang mit den Ergebnissen der exakten Erblichkeitsforschung, O. Hertwigs Lehre von der Artzelle als Grundlage für das Werden der Organismen [3]): „Die Eizellen enthalten alle wesentlichen Merkmale der Spezies ebenso gut wie der ausgebildete Organismus, und als Eizellen unterscheiden sich die Organismen nicht minder voneinander als im entwickelten Zustande. In dem Hühnerei ist die Art ebenso vollständig enthalten wie im Huhn, und das Hühnerei ist von dem Froschei ebenso weit verschieden als das Huhn vom Frosch." „Mit der Zelle nimmt die Ontogenese eines jeden Lebewesens deswegen wieder ihren Anfang, weil sie die elementare Grundform ist, an welche das organische Leben beim Zeugungsprozeß gebunden ist und weil sie für sich schon die Eigenschaften einer Organismenart der Anlage nach repräsentiert. Daher ist sie, losgelöst von der höheren Individualitätsstufe, die aus der Vermehrung der Artzelle hervorgegangen ist, wieder imstande, das Ganze zu reproduzieren."

In zunehmendem Maße wurde, neben der Differenzierung, allerdings auch der Integration, jedoch sehr vorwiegend im Sinne bloß der zentralisierten Wechselbeziehung der Organe, eines consensus général, der Korrelation im Phänotypus, biologisch Rechnung getragen, und auch die Vollkommenheit des letzteren auf

[1]) H. Braus: Entstehung der Nervenbahnen. Leipzig, Vogel, 1912.

[2]) Vgl. E. Brücke: Die Elementarorganismen. Wiener Sitz.-Ber. II. 1861.
O. Hertwig: Geschichte der Zellentheorie. Deutsche Rundschau. Sonderabdr.

[3]) Vgl. C. v. Nageli: Mechanisch-physiol. Theorie der Abstammungslehre, München 1894.
O. Hertwig: Zelle und Gewebe. Bd. I. 1893. Bd. II. 1898. Jena.

die Differenzierungshöhe und den Zentralisationsgrad bezogen[1]). Ebenso finden die Tatsachen der Erblichkeitslehre immer mehr Beachtung[2]). Aus morphologischen Gesichtspunkten hat wiederum O. Hertwig den hieraus sich ergebenden Forderungen Rechnung getragen[3]). „Als zugehörige Teile von einem höheren Ganzen werden die einzelnen Zellen außer von ihren eigenen Gesetzen auch noch von den Gesetzen der ihnen übergeordneten, durch ihre Gemeinschaft neugebildeten Lebenseinheit beherrscht, oder, in der mechanischen Ausdrucksweise, sie hängen ab von den neuen Systembedingungen."

Mit Sachs, de Bary, Whitman, Rauber, H. Driesch, Sedgwick Minot, Heidenhein, E. Rohde und Anderen[4]) wird man allerdings heute den Organismusstandpunkt biologisch noch viel schärfer betonen müssen. Gegenüber den einzelligen Lebewesen stellt der vielzellige Organismus eine neue Konstellation dar, der gesteigerten Zusammensetzung entsprechend, worin Zellen und ebenso Organe bloß integrierte Teile sind, mit ganz anderen Merkmalen, die an den Zusammenhang der Gesamtheit, nicht bloß der realisierten Organe und Gewebe, sondern auch schon des Systems der Anlagen geknüpft sind, und mit Leistungen, welche nur ein zweites artgemäßgleiches Individuum wiederholen kann. Will jemand schon Zelle und zusammengesetzten Organismus noch weiterhin als organische Individualitätsstufen festhalten, so besteht, seit Nägeli und O. Hertwig, zum mindesten kein Grund, in einer allgemeinen Theorie eine dieser Stufen der Gestaltung und Leistung besonders zu bevorzugen. Nur Art und Umfang der gerade interessierenden Prozesse, sowie deren organisatorische und regulatorische Art selbst kann es sein, was darüber entscheidet, welche Konstellation, Zelle oder Person, jeweils in Betracht zu ziehen ist. Auf einen Polyzoismus kann der zusammengesetzte Organismus schon deshalb nicht hinauslaufen, weil „die Zellen fast sämtlich, und zwar nicht nur die Zellen desselben Gewebes, miteinander in engem organischen Zusammenhang stehen, oft in dem Maße, daß die einzelnen Zellen als solche kaum oder überhaupt nicht unterscheidbar sind, sondern an ihrer Stelle vielkernige Plasmamassen auftreten, zweitens, daß viele allgemein als Zellen aufgefaßte Elemente Produkte von je mehreren meist ganz verschiedenartigen Zellen darstellen, drittens, daß manche Zellen viele der Form wie der Qualität nach ganz verschiedene Kerne enthalten, viertens, daß gewisse in der

[1]) Vgl. J. Moleschott: Erforschung des Lebens. Gießen 1862.
H. Spencer: l. c.
Cl. Bernard: Leçons sur les phénomènes de la vie. Paris 1885.

[2]) J. Loeb: l. c.

[3]) Vgl. O. Hertwig: Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Jena, Fischer, 1912. Werden der Organismen. Ebenda, 1916.

[4]) J. Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1882.
de Bary: Botanische Zeitung. 1879.
Whitman: The inadequacy of the cell theory of the development, Woods Hall, Biol. Lect. 1893.
Rauber: Neue Grundlegungen z. Kenntn. d. Zelle. Morph. Jahrbuch, 8. Bd. 1883.
H. Driesch: Philosophie des Organischen. Leipzig, Engelmann, 1909.
Sedgwick Minot: Moderne Probleme der Biologie. Jena, Fischer, 1913.
E. Rohde: Histogenetische Untersuchungen: I. Syncytien, Plasmodien, Zellbildung und histologische Differenzierung. Breslau, Kern, 1908. Untersuchungen über den Bau der Zelle. IV. Teil: Histologischer Wert der Zelle. Ztschr. wissenschaftl. Zoolog., 78. Bd.
Heidenhain: Plasma und Zelle. Jena 1907.

Zelle sich abspielende Prozesse, besonders die Regenerationserscheinungen, resp. Neubildungsprozesse, genau in derselben Weise verlaufen, wie in den Organen."

E. Synthetische Pathologie. Syzygiologie[1]) in der Krankheitslehre.

Kollektive und distributive Existenz.

1. Ein vom Wert der bisher kurz auseinandergesetzten biologischen Auffassungen erfüllter Arzt wird Probleme, wie das Bestehen des kranken Organismus aus vielen Tatsachen oder wesentlich aus einer einzigen umfassenden mit vielen Teilansichten, kaum aufwerfen. Am wenigsten versteift er sich auf das Entweder einer vollen Unabhängigkeit, wobei wiederum die Möglichkeit eines zugleich kollektiven und distributiven Verhaltens unberücksichtigt bliebe.

Auch unter pathologischen Bedingungen konstatieren wir im Phänotypus zunächst keine Zentralisation, welche absolut nichts in einem Teil sein ließe ohne Mitleidenschaft aller anderen. Es scheint nicht so, als ob die Teile nur, insofern ein Ganzes da ist, existieren. Nicht jede Einzelfunktion finden wir immer mit jeder anderen verknüpft und stets durch das Ganze bestimmt. Die Vereinigung ist in der Regel unvollständig und vielfach auch unvollkommen.

Stets aber finden wir andererseits im entwickelten Körper die Funktionen zu abhebbaren Gruppen und Ketten verbunden, verschieden nach Rasse und individueller Abstammung, sowie nach den erlittenen besonderen Modifikationen während der Individualitätsphase. Behält man den Fluß des konkret kontinuierlichen Lebensgeschehens vor Augen, weisen die isolierten Einzelfunktionen nicht bloß verschiedene Ansichten auf, sie bleiben auch nie vereinzelt. Funktionen existieren geradezu nur miteinander, alle sind irgendwie und wo mit benachbarten zeit-räumlich verbunden. Nicht einmal der völligen Zerstörung folgt in der lebendigen Substanz am anderen Ende eine Herstellung von völlig Neuem, es bleibt vielmehr ein Geschehen stationär, das bald Beziehung hat zur Katagenese, also zum Umgesetzten, Verschwindenden, bald zur Anagenese, d. h. zum Hinzukommenden. Alle Gleichgewichte sind von beständiger Verschiebung bedroht, alle physiologischen Zustände werden fortwährend zur Negation ihrer selbst.

Der biologisch gerichtete Arzt weiß, daß der Teil und das Ganze nicht bloß zwei Namen sind für dieselbe Sache, und daß beim Sprechen von systematischen Teilen sofort die Frage: von welchem Ganzen? entsteht. Diese Synthese finden wir vollzogen in der Vorstellung, daß das supponierte einheitliche Ganze bestimmt ist durch Hinzufügen (Eingliedern) und Ausmerzung von vorübergehend erworbenen oder von vererblichen Anlagen zu Ausformungen und Leistungsbereitschaften in Rasse und Person; und durch Verbindungen dieser Anlagen, die, ebenfalls während der Individualitätsphase nur gebahnt, durch die Modifikationen auch zum Teil neu hergestellt werden. Es handelt sich nebeneinander um Herstellung neuer Reaktionsweisen, wie um Hemmung solcher. Die individuelle Kombination ist vielfach eine zufällige. Das phänotypische Resultat läuft auf Orientierung (eindeutige Bestimmtheit) gegenüber den plötzlich variierenden Situationen und auf Sicherheit gewährende Gewohnheiten hinaus. Durch Erlöschen, Wiederaufleben, Bahnung, Hemmung dieser Anlagen gewinnt der Lebensvorgang etwas Freies, Fließendes, beständig

[1]) „Syzygiologie" bedeutet (nach Hesse): Zusammenhangslehre.

Neues, gegenüber der Zwangsläufigkeit eines mechanischen Systems. Die Hinzufügung und Ausmerzung solcher Anlagen ändert aber immer die ganze Reaktionsnorm des vitalen Systems, macht das Leben reicher, mannigfaltiger, harmonischer und umgekehrt.

Integrative Wechselbeziehung im Phänotypus.

2. Die klinische Pathologie hat bisher die Integration tatsächlich nur im Sinne integrativer Wechselbeziehung im entwickelten Organismus einigermaßen konsequent erfaßt. Sie stützt sich dabei auf wichtige morphologische und physiologische Vorgänge, vorwiegend solche, welche die Entstehung des vielzelligen Organismus aus der Keimzelle beherrschen: Zellteilung und Vermehrung, Formdifferenzierung, Arbeitsteilung, Koaptation. Diese hat sie zur Konstruktion einer sekundären Ganzheit des Organismus zum Aufgehen der Teile im Getriebe des Ganzen verwendet, sekundär gegenüber der Selbstdifferenzierung in der Ontogenese. Bei aller Wechselwirkung von differenzierten Teilen des Phänotypus wird überdies doch viel stärker die Mannigfaltigkeit und das autonome Leben der Elemente betont. Dieses Vermögen zur Einheitlichkeit wird — finalistisch — zur Regulation der Selbsterhaltung des menschlichen Durchschnittsindividuums verwertet. Gerade die uns interessierende Entwicklung und die Variabilität bleibt wiederum zu wenig berücksichtigt.

Endlich sind von der intergrativen Wechselbeziehung der Zellen und Organe bisher nur — in ziemlich unzusammenhängender Weise — das Nervensystem als physiologischer Apparat, ein Teil der inneren Sekretion und, in jüngster Zeit, gewisse synergische Katalysatoren in Betracht gezogen worden.

Neuropathologie. Relationspathologie.

Ein Beispiel mag das Gesagte beleuchten. Ricker und seine Mitarbeiter[1]) lassen — im striktesten Gegensatz zu allem, was die neuere Biologie lehrt — die Reizbarkeit nicht mehr gelten als allgemeine Eigenschaft der lebendigen Substanz, sondern sehen sie ausschließlich als durch Nerven vermittelt an. Indem sie — wieder einmal — die Nerven in den Brennpunkt alles vitalen Geschehens rücken und damit auch alle morbiden Prozesse, erneuern sie die alte Neuropathologie. Verfettungen, Glykogen- und Kalkablagerungen, Entzündung usw., dies alles fällt unter das Nervensystem, welches die Kreislaufstörungen beherrscht. Man sieht hier einen Vorstoß gegen die Zellularpathologie, der sich nicht mit dem deckt, was die Biologie heutzutage unter Integration erfaßt.

Originäre Ganzheit.

3. Eine originäre Ganzheit im Sinne meiner bisherigen Auseinandersetzungen wurde klinisch bis in die jüngste Zeit überhaupt kaum ernstlich in Betracht gezogen[2]). Die meisten heutigen Lehr- und Handbücher der inneren Medizin enthalten nicht einmal eine zusammenfassende Abhandlung über Körpermaß und Körperproportion des menschlichen Individuums, über Habitus (äußere Erscheinungsform und innere Organisation) im Zusammenhang mit genotypischer Konstitution, Modifikation durch die Lebenslage hinsichtlich des Wachstums und der Funktion, mit Kompositionsharmonie, Sicherheit, Chancen, Lebenszähigkeit, Beanspruchbarkeit des Körpers, psychischen Dispositionen und Krankheitsbereitschaft. Letztere hat als beinahe

[1]) Ricker: Entwurf einer Relationspathologie, 1905.

[2]) Vgl. demgegenüber die Literatur der modernen Entwicklungsphysiologie, die Arbeiten von Rignano, Child, E. Schultz und von (aus vitalistischen Gesichtspunkten) H. Driesch (das Ganze als Entwicklungsfaktor).

einziger Bestandteil der augenblicklich viel diskutierten Konstitutionslehre Beachtung gefunden.

Geschichtlich knüpft der Begriff der Konstitutionskrankheit[1]) an alte humoralpathologische Vorstellungen an. Ein gewisser Gegensatz zur lokalistischen Doktrin ist in der älteren Fassung der Konstitutionslehre, obwohl sie sich sehr vorwiegend auf den Phänotypus bezog, nicht zu verkennen. Dies geht hervor aus einschlägigen, allgemein pathologischen und klinischen Darstellungen[2]). Noch Immermann sagt (nachdem er die Einteilung der Krankheiten nach Sitz und Art „für gewöhnlich" empfohlen): „Anders jedoch, wenn dieses nicht der Fall ist, wenn Sitz und Art einer vorhandenen Störung nicht dasjenige bilden, was der klinischen Forschung und Erkenntnis als das Bedeutsamste des abnormen Lebensvorganges erscheinen muß, wenn wenigstens nach der regelrechten Einreihung desselben in das topographisch-anatomische System das klinische Gewissen sich nicht für beruhigt erachtet." Für die Krankheitsgruppe der „allgemeinen Ernährungsstörungen" müssen nach Immermann nicht nur das topographisch anatomische, sondern auch das ätiologische Einteilungsprinzip über Bord geworfen werden. Vom klinischen Standpunkte führe ein anderes, Drittes, zur Zusammenfassung der einschlägigen Krankheitsformen unter dem erwähnten Gattungsbegriff. Das maßgebende Kriterium sei die Ernährung; der Austausch von Stoffen und Kräften zwischen Blut und Körpergeweben. Allgemeine Ernährungsstörungen sind solche Zustände des Organismus, bei denen dieses Wechselverhältnis zwischen Blut und Geweben in krankhafter Weise verändert ist. Das Hauptmerkmal der Krankheitsgattung sei die Anomalie des gesamten Stoff- und Kraftwechsels, die konstitutionelle Natur der fraglichen Prozesse. Immer nämlich werde die Konstitution des Individuums leiden müssen, da letztere nichts anderes als die Form darstellt, unter welcher die Lebensvorgänge in bezug auf Masse des bewegten Stoffes, Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung verlaufen. Immermann erklärt ausdrücklich allgemeine Ernährungsstörungen einerseits, andererseits Konstitutionsanomalien, resp. konstitutionelle Erkrankungen als Synonyme. Es veranschaulicht den Begriff der Konstitution durch den bildlichen Vergleich mit der Niveauhöhe fließender Wasserströme, Geschwindigkeit der Ströme und Stromrichtung. Der Vergleich wird dann weiter ausgesponnen. Dem Begriff alles dessen, was dem dahinfließenden Strome sein charakteristisches Gepräge aufdrückt, ist die individuelle Konstitution des einzelnen Organismus vergleichbar, sie stellt die besondere Form dar, in welcher die Lebensvorgänge desselben verlaufen und läßt sich mathematisch als eine in der Zeit veränderliche Summe vorstellen, deren einzelne Glieder die nummerischen Werte der untereinander abhängigen Einzelfunktionen des Organismus (gemessen nach Maße, Geschwindigkeit und Richtung des bewegten Stoffes) bilden.

Ich selbst habe, obwohl ich natürlich niemals die Klinik an ein einziges Einteilungsprinzip der Krankheiten von ihrem Standpunkt aus für absolut gebunden hielt, bereits in den neunziger Jahren zwischen der (älteren) Konstitutionslehre und

[1]) Vgl. auch O. Lubarsch: Die Zellularpathologie und ihre Stellung in der modernen Medizin usw. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung. München 1915.

[2]) Vgl. noch die Lehrbücher von Uhle und Wagner (8. Aufl. 1876), Samuel 1879 und Immermann: Allgemeine Ernährungsstörungen im Ziemssenschen Handbuch der spez. Pathologie, XIII. Band, 1875.

dem lokalistischen Prinzip aus biologischen Gesichtspunkten zu vermitteln mich bemüht[1], und die Folge hat mir durch zahlreiche hinzugekommene Tatsachen Recht gegeben. Ich sah das Vermittelnde darin, daß Virchow (in derselben römischen Rede, vgl. u. S. 62) die anatomische Denkweise beim Suchen nach dem Ort der Krankheitsprozesse ausdrücklich auch bloß die vitale Funktion hervorkehren ließ. Einen anderen Satz dieser Virchowschen Rede: „Sollte einer der Anwesenden in einer verborgenen Falte seines Gehirns noch die Erinnerungen an Universalkrankheiten bewahren, so wird er bei einiger Überlegung bald finden, daß in jedem kranken Menschen ein beträchtlicher, ja in der Regel überwiegender Anteil des gesunden Lebens bestehen bleibt, und daß das Kranke nur einen Teil des Körpers bildet. Wer das nicht begreift, mit dem ist über Pathologie im Sinne der Naturwissenschaft nicht zu reden", unterschlug ich; nicht etwa deshalb, weil darin morphologische Einseitigkeit sich aussprach, im Gegenteil: einen Gegensatz zwischen Zellularpathologie und Konstitutionslehre, wie ich sie auffasse, vermochte ich weder damals noch kann ich ihn heute finden. Aber ich sah schon damals, daß Virchow im Schema der Zellularpathologie die Wachstumsanomalien (im weitesten Wortsinn) zufällig nicht ausdrücklich angeführt hat. Die Kenntnis derselben ist deshalb nur langsam vorgeschritten. Heute allerdings schenken die Morphologen auch diesem Gegenstand viel Aufmerksamkeit. Virchow stand ferner nicht der heutige Tatbestand der inneren Sekretion zur Verfügung. Die genotypische Konstitution der exakten Erblichkeitslehre und die Korrelation im Phänotypus verknüpfen die ältere generelle Pathologie mit zellularen Auffassungen, soweit letztere nicht selbst im morphologischen und physiologischen Sinn erweiterungsbedürftig sind.

Es ist nicht zu leugnen, daß auch der neueste Konstitutionsbegriff nicht scharf und nicht abschließend bestimmt ist[2]. In ersterer Beziehung nehme ich ausdrücklich J. Tandlers Definition aus[3]. Tandlers Auffassung deckt sich aber vor allem mit derjenigen, die ich im Folgenden über das originäre Ganze des Organismus formulieren werde. Sie umfaßt jedoch nur einen Teil dessen, was in alter und neuer Zeit als das Konstitutionelle bezeichnet worden ist. Es würde grundsätzlich allerdings gleichgültig sein, wenn der vorhandene Konstitutionsbegriff in deskripitiv oder exakt faßbarere Teilprobleme sich auflösen würde.

Wenn ich von der Tandlerschen Begriffsfassung absehe, dreht sich die Diskussion in der jüngsten Phase der Konstitutionslehre vor allem um die Disposition, welche aber das Konstitutionelle durchaus nicht erschöpft[4]. Daneben laufen gewisse angeborene oder erworbene Fehler der Körperverfassung, bzw. die „Schwäche" von Organen her. Das Beste und Bleibende in den Darlegungen von Martius ist wohl der Hinweis auf die veränderte Reizbarkeit als das den konstitutionellen Zuständen Gemeinsame, wenn auch immer wieder nur diejenigen Abweichungen in den Vordergrund gestellt werden, welche den Organismus gegen sonst unschäd-

[1] Vgl. F. Kraus: Ermüdung als Maß der Konstitution. Bibliotheca medica; D. I Heft 3. Kassel 1897.

[2] Vgl. auch O. Lubarsch: Zellularpathologie und ihre Stellung in der modernen Medizin (l. c. Ergebnisse. Jahrgang I, Abt. 1, 1895.

[3] J. Tandler: Ztschr. für angewandte Anatomie und Konstitutionslehre I. 1. Heft. 1913

[4] F. Martius: Pathogenesis innerer Krankheiten. Heft 3, 4, 1908. Berl. Klin. Wochenschr. 1901. Konstitution u. Vererbung. Berlin, Springer, 1914.

liche Reize widerstandslos machen. Diese Auffassung ließe sich (von der Disposition ganz abgesehen) mit einer anderen, von Lubarsch im Einklang mit älteren Lehrmeinungen vorgeschlagenen zur Deckung bringen, nach welcher Konstitution diejenige Beschaffenheit des Organismus ist, von der seine besondere Reaktion (die Art seiner Reaktion) auf Reize abhängt. Ich selbst habe die Konstitution immer funktionell aufgefaßt. Die mathematischen Formeln, in welche Martius, Hueppe, v. Strümpell u. A. ihre Sätze einkleiden, halte ich für wenig glücklich, obwohl ich zugebe, daß die Krankheit ein Produkt von Anlage, Reiz und anderen („Neben"-)Bedingungen sein mag. Die Diskussion einiger der aufgestellten speziellen Formeln führt aber direkt ad absurdum.

Definitionen des Konstitutionellen als besondere abnorme Reaktionsweise wie diejenigen von Martius und Lubarsch (gegenüber W. A. Freund und Hart) müssen Genotypisches und erworbene Modifikation (Kondition) einschließen. Die Reaktionsart kann sich ferner selbstverständlich ebenso auf den gesamten Organismus, wie auf die Teile beziehen, und zwar natürlich nicht bloß im Hinblick auf Krankheitsvorgänge, sondern schon vor aller Krankheit. Das Konstitutionelle läßt sich gewiß in den Rahmen der Zellularpathologie einfügen, soweit der Phänotypus in Betracht kommt und soweit die Zelle für die betreffende Reaktion wirklich ausschlaggebend ist.

Mit den tatsächlich bereits gegebenen und den von der Forschung anzustrebenden physiologischen Unterlagen der Konstitutionslehre werden wir uns später befassen. Hier sei vor allem das bisher Gewonnene, resp. Gedachte für den Organismusstandpunkt zusammengefaßt. Der um die Behandlung einschlägiger Probleme besonders verdiente Martius[1]), stellt auch heute noch jede allgemeine, d. h. auf den ganzen Körper sich erstreckende abnorme Konstitution gänzlich in Abrede. Stets sei eine solche auf ein bestimmtes Einzelorgan, höchstens auf mehrere solche zu beziehen! Ich selbst bezweifle oder unterschätze natürlich durchaus nicht im geringsten die konstitutionellen Anomalien der Einzelorgane, ja der speziellen Apparate und Gewebe derselben. Machen wir uns z. B. die teilweise gegensätzlichen Wirkungen des Atropins auf den Darm klar: sie ist erregend vom Auerbachschen Plexus, beruhigend durch Ausschaltung des exzitomotorischen Vagus. Ist konstitutionell der Vagustonus des betreffenden Individuums von vornherein gering, ändert an ihm die (ausschaltende) Atropinisierung wenig, wohl aber verstärkt sie die rhythmisch-reflektorischen Auerbach-Entladungen und führt zu gesteigerter Peristole. Überwiegt umgekehrt der Vagustonus, beseitigt das Atropin den Hauptfaktor des abnormen peristaltischen Tonus und bewirkt Entspannung und Beruhigung des Darms[2]). So finden sich auch ein schwächliches Herz und noch häufiger eine enge Aorta nicht selten bei sonst normalen Körperproportionen. Aber ebensowenig möchte ich einen Zweifel aufkommen lassen darüber, daß andererseits, z. B. gerade auch bei der Kümmerform des extremen Hochwuchses, bei der lymphatischen und Basedowkonstitution, das Konstitutionelle in sämtlichen Organen, in sämtlichen Teilen und Funktionen des Individuums von allem Anfang an charakteristisch sich ausprägt[3]).

[1]) Vgl. F. Martius: Konstitution und Vererbung. Enzyklopädie der klin. Medizin, I. Berlin, Springer, 1914.

[2]) Vgl. Meyer und Gottlieb: Experimentelle Pharmakologie. 3. Aufl. Berlin und Wien 1914.

[3]) Vgl. auch J. Tandler: Konstitution und Rassenhygiene. Ztschr. f. angewandte Anatomie und Konstitutionslehre I. 1. H. Berlin, Springer, 1913.

Betriebs-pathologie. Neovitalismus, Psychovitalismus.

4. Man spricht jetzt öfter von „Betriebspathologie".

Vor allem macht sich immer wieder eine von Philosophen und Naturforschern angeregte Bewegung geltend, welche auch die Krankheitslehre anknüpfen möchte an das Hinzutreten einer für den Ablauf der Lebenserscheinungen unentbehrlichen besonderen Kraft („Lebenskraft"). Vor allem wird die Entwicklungsarbeit darauf zurückgeführt[1]. Ich finde, daß die heutigen Ärzte (auch die forschenden!) stärker „philosophisch berührt" sind durch den Neovitalismus, als z. B. durch die neue Erkenntnistheorie und Erkenntnispsychologie der Naturforschung. Hervorgegangen ist der Vitalismus aus einer verständlichen Opposition gegen die mechanische Naturauffassung. Man muß auch unbedingt anerkennen, daß Vertreter dieser Richtung, wie H. Driesch, ihre Hypothesen in scharfsinnigster Weise zu Experimenten verwerteten, deren Ergebnisse die biologische Forschung sehr wesentlich gefördert haben. Aber alle diese experimentellen Arbeiten gleichen völlig den von unserem Standpunkt unternommenen, von welchem aus mittels entsprechender Methoden eine rein physikalisch-chemische Einsicht in die Lebensvorgänge angestrebt wird. Daß die psychischen Phänomene etwas Eigenartiges sind, wird dabei völlig respektiert. Aber wenn selbst jeder Versuch einer exakten Erklärung der vitalen Prozesse, zu denen wir auch die psychischen rechnen, bestritten wird, wenn „außermechanische", „überenergetische" Kräfte (Entelechien, Dominanten), welche immer bloß durch Denken erschließbar sind, als Träger einer — überhaupt naturwissenschaftlich eliminierbaren — Finalität des Organismus allen seinen Energien erst lenkend den Weg weisen und ihr Zusammenwirken ermöglichen sollen: so bedeutet dies, bemäntelt zwar, aber trotzdem, nur eine Wiedererweckung der „gestaltenden" Seele des Aristoteles. Daß die Biologie nur teleologisch begreifbar sein soll, müssen wir gerade in der Krankheitslehre, in welcher sowieso der Analogieschluß noch stark überwiegt, grundsätzlich abweisen. Ja, wir dürfen, auch in der Pathologie, kein „übersinnliches" Problem des Lebens gelten lassen, etwa in dem Sinne, daß alles, was in der großen Welt geschieht und was dem Organismus jederzeit die Bedingung schafft für ein „plan"mäßiges Walten der einzelnen vitalen Prozesse, ein für allemal geregelt ist, wodurch die organischen Individuen entstehen und erhalten bleiben. Und daß erst, wenn dieses Gesetz gegeben, resp. (als eine Art Dominanz, jedenfalls als etwas Animistisches) anerkannt ist, wir auch das komplizierteste biologische (pathologische) Geschehen nach den „bewährten" Regeln verlaufen lassen können, welche Physik und Chemie an die Hand geben. Die Entstehung und Erhaltung der Individuen wäre damit großenteils der exakten Naturforschung entzogen. Obwohl wir uns auf einem solchen Standpunkt mit namhaften kritizistischen und selbst mit positivistischen Philosophen begegnen würden, ziehen wir es doch vor, auch die psychisch-physische Person des Menschen wie das tierische Individuum zur Natur und nur zur Natur zu rechnen. Das ist der spezielle Inhalt dieses Buches. Deshalb müssen wir von unserem Standpunkt uns auch ablehnend verhalten gegenüber dem Psycho-La-

[1] Vgl. H. Driesch: Analytische Theorie der organischen Entwicklung, 1894. Organische Regulationen, Leipzig 1901. Seele als elementares Naturphänomen, 1903. Naturbegriffe und Natururteile, 1904. Vitalismus Leipzig 1905. Lokalisation morphogenetischer Vorgänge; Leipzig 1899. Philosophie des Organischen. 2 Bde. Leipzig, Engelmann, 1909.

Reinke: Welt als Tat, 1899. Einleitung in die theoretische Biologie, 1901.

O. Lodge: Leben und Materie. Berlin, Curtius, 1908.

marckismus, wie ihn Pauly, Francé, Kohnstamm, A. Wagner und E. Becher ausgebaut haben, mag er sich auf primitive seelische Faktoren in den Einzelorganismen oder auf einen intelligenten Weltgrund beziehen, der als gemeinsames überindividuell Psychisches, z. B. in Fällen von parasitischer Symbiose, Gemeinsamkeit des Fühlens der Beteiligten, Altruismus des Wirtes usw. plausibel machen soll.[1])

O. Rosenbach. O. Rosenbach bezog alle Lebensvorgänge auf die Tendenz, einerseits die Beziehungen des organischen Betriebes zur Außenwelt, andererseits die spezifische Massenbeschaffenheit in seinem Betriebe selbst zu erhalten; letzteres durch der Außenwelt entnommene Kräfte in Verbindung mit allem aus dem eigenen Betriebe Gewonnenen. Nach seiner Ansicht kommt alle Energie von außen. Sie ist ein Etwas, welches fortwährend in Form feinster Ströme den Kosmos durchfließt. Unmittelbar können wir sie nicht wahrnehmen, sondern erst nach der Transformation in andere Energieformen, für die unsere Sinnesorgane und die uns zurzeit zur Verfügung stehenden Registrierapparate empfänglich sind, wird uns ihr Wirken und ihre Existenz erkennbar. Die protoplastische Organisation ist danach der vollkommenste Transformator für diese feinsten kosmischen Energieströme. Die elementarsten Teile dieses Transformators werden von den feinsten Strömen und Wellensystemen der Außenwelt angetrieben (erregt) und dadurch befähigt, primitivere Formen der Energie in komplizierte umzuwandeln und vice versa. Durch die auf solche Weise von außen her ausgelöste Kette von Prozessen wird nicht nur das dynamische Gleichgewicht des Systems, dessen sichtbare Äußerung man physisches Leben nennt, erhalten, sondern auf der Basis einer ersten Anlage beträchtlich ausgestaltet. Der Betrieb wird stufenweise erweitert, indem unter Auslösung der im Keim gegebenen Energiewerte durch Aktivierung einer immer größeren Zahl von Elementen die kleinsten formalen Einheiten zu immer neuen und mannigfaltigeren Kombinationen zusammentreten, die schließlich als Bildungen höchster Ordnung (Organe, Organismus) befähigt sind, funktionell in Wirksamkeit, d. h. eben mit den Massen der Außenwelt in Verbindung zu treten. Diesen entnehmen sie Substrate potentieller Energie (Nahrungsmittel einschließlich des Wassers und der Salze, sowie Sauerstoff), um die in der aufsteigenden Phase des Betriebes verbrauchten Energieformen auf dem Wege über die Stationen der absteigenden Linie den kleineren maschinellen Einheiten zuzuführen. Rosenbach wollte damit eine Molekularpathologie an die Stelle der Zellularpathologie setzen, d. h. eine Pathologie der kleinsten heute feststellbaren Einheiten des Gewebes, des Molekularaggregates, das aus einem primären lebenden Molekul und einem sekundären, dem „thermogenen“ besteht. Ersteres ist (nicht spezifisch) dadurch charakterisiert, daß es vermöge seiner besonderen intramolekulären Konstruktion als Sauerstoffträger Umsetzungen bewirken, also Arbeit leisten kann, ohne durch Zerfall in

[1]) A. Pauly: Darwinismus und Lamarckismus München 1905. Kosmos 1906, H. 9. Ztschr. f. Ausbau der Entwicklungslehre I, H. 1, 1907.

Francé: Ztschr. f. Ausbau der Entwicklungslehre I, H. 4, 1907. Archiv f. Entwicklungsmech. 25 Bd., 1908.

O. Kohnstamm: Ostwalds Ann. Naturphilosophie 1903.

A. Wagner: Geschichte des Lamarckismus, Stuttgart, Frankh, 1908.

E. Becher: Naturphilosophie, Kultur der Gegenwart 3. Teil, 7. Abt., 1. Bd. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1914. Fremddienliche Zweckmäßigkeit. Leipzig, Veit, 1917.

Atome eine Veränderung der molekularen Struktur zu erleiden. Die sekundären Molekule und der Sauerstoff bilden hingegen die Spannkraftquellen, aus denen das primäre Molekul lebendige Kraft und das Substrat für seine Arbeit geliefert erhält. Die Zelle, welche bereits ein weiteres Stadium der Phylogenie der lebenden Materie darstellt, ist ein Komplex solcher Molekularaggregate, schon ein Individuum. Aber die Summe der chemischen und physikalischen Vorgänge in jedem Molekularaggregat ergibt den Stoffwechsel und dieser repräsentiert im eigentlichen Sinne das Leben. Rosenbach selbst betont die Ähnlichkeit der erwähnten geweblichen Maschinen mit den Dynamomaschinen und Akkumulatoren. Die primären Ströme fließen (ohne präformierte Bahnen) von Molekul zu Molekul. Jene Leiter (Nerven) ermöglichen nun in den höheren Organismen eine bessere Differenzierung, sowie die Aufstapelung größerer Vorräte. Mehrere lebende Molekule (Energeten) haben ein gemeinsames Energiezentrum in den Granulis. Die Zellen sind formal bestimmte Komplexe, deren Zentrum wiederum der Kern ist. Die Zentren der Gewebe sind dann in den Ganglien repräsentiert, welche ganz besonders als Behälter hochgespannter Energie dienen. Sie beziehen einen Teil der Energie (Reserveenergie) der kleineren Komplexe, lösen regulatorische Impulse aus usw. So wird im Sinne einer einheitlichen Gestaltung des komplizierten Betriebes von den Ganglien aus unter allmählicher eigener Entladung die Arbeit der kleinsten, weiterhin auch der anderen bis zu den größten Akkumulatoren je nach Bedarf durch erregende, hemmende oder tonische Antriebe quantitativ gesteigert oder verringert. Mit durchgeführter Arbeitsteilung im Laufe der Entwicklung treten bestimmte Organe als spezifische Transformatoren der verschiedenen von außen einwirkenden Energieformen auf (Sinnesorgane). Die Einschaltung der Ganglienzellen als Akkumulatoren gibt die Möglichkeit, die in Form von Strömen aufgenommene lebendige Energie nur zum Teil für Auslösungsvorgänge zu verwenden, der Hauptvorrat wird vielmehr als direkte Betriebsenergie angesammelt, resp. für den geeigneten Moment aufgespart. Der Kreislauf der Energie spielt sich nicht bloß im Nervensystem ab.

Ich bin, vielleicht mehr als Andere, immer bereit, Rosenbachsche Gedankengänge sorgfältig zu würdigen. Ganz abgesehen aber davon, daß ein solcher direkter Transformationsprozeß von außen zuströmender virtueller Energie im tierischen Organismus für jeden heutigen Mediziner ganz fremdartig ist, muß ich gestehen, daß ich mit derartig völlig theoretischen Dingen methodisch nichts anzufangen wüßte.

G. Hirth.

Vielleicht wäre Rosenbach selbst, wie man von seinem Kreise wohl wirklich annehmen kann (vorstehende Zusammenfassung der einschlägigen Lehren Rosenbachs entnehme ich fast wörtlich mehreren Aufsätzen Eschles[1])), geneigt, seine Theorie mit derjenigen von G. Hirth[2]) zu vereinigen. Letzterer vertritt in einer Reihe von Arbeiten die Meinung, daß die Dynamik des organischen Betriebs nicht nur durch das Zusammenwirken der chemischen und physikalischen Kräfte zustande kommt, sondern daß wesentlich elektrolytische den Ausschlag geben. Die Salzlösung (Blut) tritt als Elektrolyt in Nervenzellen und Leitungsbahnen über. Die ver-

[1]) C. R. Eschle: Therapeut. Monatshefte 1904. Zellularpathologie, Konstitutionspathologie? München, Gmelin, 1905. Heilkunde 1909. Ärztliche Rundsch. 1911.

[2]) G. Hirth: Elektrochemischer Betrieb der Organismen. München 1911, und eine Reihe anderer Werke.

schiedenen, von außen stammenden Formen der Energie werden zu elektrischer Energie transformiert und in dieser Umwandlung dem Zentralorgan, welches Vorstellungen und bewußtes Wollen hervorruft, zugeführt (elektro-chemischer Betrieb der Organismen, die Salzlösung als Elektrogenet, der elektrolytische Kreislauf mit dem Gehirn als Zentrale).

Ganz abgesehen davon, wie es mit den Beweisen für solche weitausgreifende Theorien, welche natürlich auch die Praxis zu beeinflussen bestrebt sind, steht, kann man ihnen schon von vornherein grundsätzlich nicht zustimmen, weil die unbefangene Betrachtung der vitalen Prozesse immer wieder lehrt, daß das Leben einer *einzigen* führenden Idee sich nicht unterwerfen läßt. Die Ionen sind ebenso wichtige Konstituenten des Lebensvorganges als eines im wesentlichen chemischen Prozesses, wie Eiweißkörper und Lipoide, resp. wie die kolloide und die organische Dauerstruktur. Aber keiner dieser Konstituenten ist der einzige und letzte Grund des Lebens; für sich, einzeln genommen sind sie gar nicht belebt, erst ihre Wechselwirkung im organischen System macht sie zur lebendigen Substanz. Die spezielle Bedeutung der Ionen, besonders für Erregung und Hemmung, werden wir später noch wiederholt berühren[1]). Bei jedem echten Lebensvogang werden ferner elektrische Ströme nachweisbar, was die vitalen Prozesse selbst hemmt, hemmt auch die elektromotorischen Kräfte. Die Untersuchung der Lebensvorgänge mit Zuhilfenahme der Elektrizität ist überdies am nicht verletzten Organismus, auch des Menschen, ausführbar. Wenn eine Zusammenfassung aller elektrobiologischen Tatsachen[2]) die Grundbedeutung derselben z. B. darin erkennen läßt, daß sie besonders, neben dem osmotischen Druck der Zellen, deren Wassergehalt regulieren, kann man doch nicht annehmen, daß der Organismus eine Vorrichtung ist, welche aus einem Meer von Elektrizität letztere fortwährend in (äußere) Arbeit umsetzt.

Auffassung d. Organismus als kalorische Maschine.

Einen ähnlichen Mißerfolg hatte die ältere Auffassung des tierischen Organismus schlechthin als kalorische Maschine. Während der Verrichtung mechanischer Arbeit tritt bekanntlich Wärme auf, deren Menge pro Zeiteinheit kalorimetrisch bestimmt werden kann. Diese Wärme ist als Verlust an Energie anzusehen, ähnlich wie bei der Dampfmaschine die an den Kondensator abgegebene Wärme. Der Quotient $\frac{W}{W - Q_2}$ (Q_2 = abgegebene Wärme, W = durch den Organismus in derselben Zeit geleistete Arbeit) heißt ökonomischer Koeffizient des Organismus. Für den Menschen schwankt derselbe zwischen 0,17—0,19. Wäre der Organismus eine Wärmekraftmaschine, so würde auch für den menschlichen Körper nach dem *Carnot*schen Satze, welcher den ökonomischen Koeffizienten unabhängig sein läßt von der Natur der arbeitenden Substanz, derselbe gleich werden $\frac{T_2 - T_1}{T_2}$ (T_2, T_1 sind die Temperaturen der beiden Wärmequellen). Die eine von beiden ist 37,5° C (der Normaltemperatur unseres Körpers) gleich zu setzen oder 273° + 37,5° C = 310,5°. Wie hoch ist dann, das Mittel 0,18 des Koeffizienten eingesetzt, die andere Temperatur? Eine Berechnung, die man bei *Salpeter*[3]) nachlesen kann, ergibt entweder + 105,7° C oder — 18,4° C, je

[1]) Vgl. W. *Nernst*: Theoretische Chemie. 7. Aufl. Stuttgart, Enke, 1913.

[2]) Vgl. J. *Bernstein*: Elektrobiologie. Braunschweig 1912.

[3]) J. *Salpeter*: Einführung in die höhere Mathematik für Naturforscher und Ärzte. Jena, Fischer, 1913.

Gariel u. *Weiß*: Traité de physique biologique. Paris. Deutsche Handbücher der Physiologie.

nachdem man die Körpertemperatur als untere oder obere Wärmequelle betrachtet. Das Auftreten einer so hohen wie einer so tiefen Temperatur im menschlichen Körper ist aber von vornherein sehr unwahrscheinlich. Die Umwandlung chemischer in Bewegungsenergie geschieht also nicht thermodynamisch. Man hat gegen den hohen mechanischen Wirkungsgrad des organischen Systems (Muskel), wie ihn zuletzt Zuntz und seine Schüler gefunden haben, Widerspruch erhoben[1]), ohne daß damit die Auffassung der Biologen geändert worden wäre. Allerdings ist durch die neuesten Ergebnisse der Muskelphysiologie die Schätzung des mechanischen Wirkungsgrades des Muskels problematisch geworden!

M. Rubner

M. Rubner[2]) hat auf weit sichereren Grundlagen eine Unitätshypothese des Energieverbrauchs aufgestellt. Diese sucht ein verknüpfendes Band zu finden zwischen der lebendigen Substanz der Warmblüter und der niedrigstehenden Organismen. Rubner findet, daß die Grundlage alles Lebenden im Hinblick auf den energetischen Bedarf eine sehr einheitlich gebaute Substanzgruppe oder ein einheitlicher Molekularverband bildet, der einen Kreisprozeß von größter Ähnlichkeit durchläuft. Diese Grundsubstanz akkomodiert sich dem funktionellen Bedarf. Die unendliche Vielheit ordnet sich also wirklich zu einer verständlichen Variation eines einheitlichen Prinzips der gleichförmigen Lebensarbeit. Der erwähnte einheitliche Molekularverband wird alle oben genannten Konstituenten umfassen.

Während das Ganze des Organismus, wie immer es sich auch begreifen läßt: originär in dem besonders durch dieses Buch vertretenen Sinne, oder auch nur in der Weise, daß alle an die Differentiation der verschiedenen Zellarten geknüpften Leistungen „nachträglich" funktionell zusammenwirkend (integriert) gedacht werden, von der heutigen Nosologie nicht ausreichend konsequent zum Maßstab der Beurteilung gemacht, geschweige irgendwo in den Vordergrund gestellt wird, ist es dagegen ein wesentlicher Bestandteil der älteren hippokratischen Medizin. Diese sucht den Grund des Krankheitsverlaufes in reaktionären Äußerungen des Gesamtorganismus. Auch die funktionelle Betrachtungsweise findet da bereits den ihr gebührenden Platz. Wenn man in jener langen klinischen Periode fast sämtliche Erkrankungen, natürlich nur zum Teil auf Beobachtung gestützt, meist wohl nur im Konnex mit gewissen biologischen Grundvorstellungen, als generelle betrachtet hat, oder wenigstens als Ursache des in die Augen springenden Lokalprozesses ein verborgenes Allgemeinleiden vermutete, so liegt darin ein Keim zu Übertreibungen. Aber doch auch, wie ich zeigen zu können glaube, ein entwicklungsfähiges Programm, auf das wir, im Zusammenhang mit vielfältigen anderen, die moderne Klinik ebenso tiefbewegenden Fragen, teilweise zurückkommen sollten[3]).

[1]) N. Zuntz: Physik. Ztschr. 3. Jahrg. Nr. 9.
K. Schreber: ibid. 3. Jahrg.
E. Simonson: Medizin. Klinik 1910, Nr. 31 (Ber. d. Berlin. Physiol. Ges., 17. Juni 1910).
[2]) M. Rubner: Kraft und Stoff im Haushalt der Natur, l. c.
[3]) Vgl. z. B. Th. Sydenham: Observationes medicae. London 1676.
H. Boerhave: Institutiones medicae; L. B. 1708. Aphorismi de cognoscendis et curandis morbis. L. B. 1709.

F. Gedanken über ein klinisches Programm des „Neohippocratismus".

Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst.

1. Ein bis in unsere Zeit empfundener Dualismus zwischen medizinischer Wissenschaft und ärztlicher Kunst verlöre durch diese Wiederbelebung die einstige Schärfe[1]). Nie konnte ja die Medizin aufgehen im bloßen Inbegriff der aus Beobachtung und Experiment geschöpften Erfahrungen über den Ablauf des krankhaften Lebens und seiner Gesetze. Immer mußte sie sich vielmehr ausdrücklich zu den praktischen Wissenschaften stellen, mittels deren wir dierekt handeln sollen. Wenn irgendeine, ist sie die Wissenschaft der Tat.

Natürlich waren und sind die Ärzte stets bestrebt, der Erkenntnis gemäß vorzugehen. Grundsätzliche Geringschätzung alles Theoretischen, wie sie etwa unsere einstigen Kollegen unter den alexandrinischen Ärzten erfüllen mochte, welche in ausschließlicher Hingabe an die Praxis sich darauf versteiften, „daß man nicht Landwirt oder Steuermann werde durch Disputieren, sondern durch Übung", konnte nur etwas Vorübergehendes sein. Immermehr wollte und will das medizinische Denken aus bloß wissenschaftlich imprägniertem technischen Erwägen, welches wenig hinausgreift über das vulgäre Vorstellungsleben, ein wirklich wissenschaftliches Denken werden.

Nahe läge da etwa ein Vergleich mit der chemischen Analyse. Diese ist gewiß an sich etwas Exaktes, jedoch in ungeschickter Hand versagt sie völlig. Daß somit technische Begabung und Schulung für uns nie überflüssig werden, ist von vornherein klar.

Nur können wir auch heute uns in Wirklichkeit nicht einfach dem analytischen Chemiker gleichstellen wollen. Dafür sind Betätigungsobjekt, sowie die Mittel der Krankheitslehre einer- und der Kunst des ärztlichen Berufs andererseits in manchem Betracht noch immer zu sehr voneinander verschieden, obwohl die medizinische Klinik aus eigener Kraft und auf ihrem eigenen Gebiet selbständig exakte wissenschaftliche Methoden (z. B. die Perkussion) hervorgebracht und entwickelt hat.

Ziehen wir von den beiden praktisch ärztlichen Aufgaben, der Diagnostik und Therapie, auch nur einmal bloß erstere in Betracht.

Durch Deduktionen auf rein biologischem Wege werden wir durchaus nicht alle Probleme der Krankheitserkennung lösen. Zwar stehen, trotz äußerlicher Mannigfaltigkeit der Symptome, nur wenige Gruppen von krankhaften Grundvorgängen der Diagnose gegenüber: aus rein physiologischen Gesichtspunkten eigentlich fast bloß trophische und sekretorische Abweichungen oder Anomalien der Sensibilität und Motilität. Mit einer Zurückführung der klinischen Zeichen auf diese Kategorien wäre aber am Krankenbett nur wenig geleistet. Denn die meisten pathologischen Erscheinungen haben, ausschließlich biologisch betrachtet, gerade wegen der geringen Zahl

[1]) Vgl. auch M. Mendelsohn: Ärztliche Kunst und medizinische Wissenschaft. 2. Aufl. Wiesbaden, Bergmann.

E. Romberg: Erfahrung und Wissenschaft in der inneren Medizin. Therapie der Gegenwart, Jahrg. 1905. Heft 4.

O. Müller: Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst. Württemb. Med. Corresp.-Bl. 1913.

H. Sahli: Über den Einfluß der Naturwissenschaften auf die moderne Medizin. Verh. der Schweizerischen naturforschenden Ges. Genf. 1914.

F. Kraus: Grazer Antrittsvorlesung, 1894.

der Gattungen, zunächst einen recht allgemeinen Sinn. Sie weisen überhaupt hin auf Organsysteme, welche in der Norm in ähnlicher Art oder assoziiert fungieren und können möglicherweise sehr verschiedene, ja bis ins Unendliche gehende Zusammenhänge besitzen. Ebensowenig belehrt uns die Zurückführung der Symptome auf die erwähnten physiologischen Grundvorgänge über die im kranken Körper abgelaufenen speziellen materiellen Veränderungen, deren Kenntnis wir nicht missen können. Eine diagnosenlose Medizin wäre die Folge solcher Versuche, die nur erwähnt sein sollen, weil unter der Not gewisser Verhältnisse, die z. B. der Krieg herbeiführt mit der Masse von Kranken, welche nicht sofort genau klassifiziert werden können, sie tatsächlich empfohlen wurden.

Aber auch der Nachweis der anatomischen Abweichungen in bestimmten Organen des lebenden Kranken im Sinne Morgagnis, Hunters, Auenbruggers, Laënnecs, Rokitanskys resp. die mikroskopischen Schemata der pathologischen Morphologie nach Virchow können für sich ganz allein uns nicht zum Ziele führen. Die normale Tätigkeit der Organe ist ja nicht bloß an deren Gewebe geknüpft, sondern wird mitbedingt durch die in dasselbe eindringenden Gefäßzweige und Nervenäste, eventuell auch durch ganz spezielle verknüpfende Strukturen (wie das Reizleitungssystem im Herzen), durch innersekretorische Beziehungen. Viele endokrine Organe enthalten zweierlei geweblich und funktionell verschiedene Apparate. Auch stehen diese nicht einfach antagonistisch tätigen Drüsen derart in chemischer Korrelation, daß Gleichgewichtsstörungen zwischen zweien (oder selbst mehreren) vergleichbare Krankheitsbilder liefern, wie direkte Affektionen einzelner derselben.

Selbst die erlangte Kenntnis der äußeren oder inneren ursächlichen Bedingungen, welche ja wenigstens bei den Infekten großenteils exakter Kontrolle zugänglich sind, ist, isoliert von allem übrigen, genügend zur Aufstellung eines Krankheitssystems, aus dem wir im gegebenen Einzelfalle die krankhaften Erscheinungen einfach ableiten und individuell bewerten könnten. Sogar der ermittelte spezielle Krankheitserreger im infizierten Organ schließt noch nicht völlig den Kreis des gesamten krankhaften Geschehens. Zahlreiche Ursachen wirken vielmehr zusammen, daß auch die „typischen" Infekte stets individuelle Krankheitsbilder in endloser Nuanzierung, Komplikation und Prognose darstellen.

Wir müssen uns ebenso hüten, schlechthin Krankheiten zu diagnostizieren, wie wir nicht etwa solche, sondern stets kranke Menschenindividuen zu behandeln haben.

Ein ganz anderer, im kontinuierlichen Laufe von Jahrhunderten mühsam gewonnener, selbständiger Weg eklektisch-kombinierter und speziell ärztlicher Empirie ist es, auf welchem wir nach und nach verschiedenartige Mittel gefunden haben, die Atria morbi, die den Krankheitsprozeß schürenden Herde, die sekundären Sitze, die Natur der abnormen materiellen Vorgänge in den Geweben, die gestörten Vitalreihen, die Ausbreitung der Krankheit über den Gesamtorganismus und des letzteren Reaktionen und Regulationen im Einzelfall zu erkennen und im besonderen abzuschätzen.

Großenteils sind diese Mittel direkt künstlerischer Art, wenigstens in der Anwendung. Vielfach werden sie allerdings aus sorgfältigen, jedoch rein klinischen, also wiederum technisch zugespitzten Analysen gewisser Einzelheiten der Symptome und besonders ihres näheren gegenseitigen Verhältnisses gewonnen.

Ohne daß wir darin eine beschämende Schranke finden müßten, kommt somit

schon deshalb die Medizin in der Ausübung, selbst in der diagnostischen, auch gegenwärtig mehr einer Kunst oder einem Zweige der Technik gleich, als einfach einer angewendeten Wissenschaft.

Ärztliche Praxis.

2. Der Begriff der Pathologie kann wie derjenige jeder Wissenschaft durch Abstraktion enger gefaßt werden. Der theoretische Forscher begrenzt sein Arbeitsgebiet willkürlich. Er kann es ertragen, wenn gegenwärtig noch viele Fragen ohne Antwort bleiben. Aber die ärztliche Praxis findet sich stets dem Menschenleben in seiner konkreten Ganzheit und im weitesten Sinne des Wortes gegenüber. Sämtliche natürlichen Äußerungen desselben müssen wir mit gleicher Sorgfalt zusammenfassen und benützen. Jede unserer Erfahrungen bietet sehr viele Teilansichten (Tendenzen, Beschaffenheit, Ex-, Intensität, Dauer u. a.), welche in begrifflicher Isoliertheit kaum bestehen, vielmehr stets in zusammengeschlossener Vereinigung. Gerade Vieles von höchster praktischer Bedeutung ist dermalen wissenschaftlich unaufgeklärt. Das Gebiet der medizinischen Wissenschaft ist wesentlich enger als das des ärztlichen Alltagslebens. Der Wissenschaft bringt diese Beschränkung den Vorteil fortgesetzter Forschung. Uns Ärzten ist es jedoch unmöglich, gegenüber den Forderungen der Praxis allein mit den auf streng wissenschaftlichen Wegen gewonnenen Ergebnissen der Pathologie das Auslangen zu finden.

So stoßen wir immer wieder auf Beziehungen zwischen Körper, Geist, Umwelt: ließen wir eines von den dreien fort, wäre das Ganze zerstört. Was selbst in der theoretischen Philosophie soviel Schaden gestiftet, die Trennung von Leib und Seele: in der Medizin, wo man es am wenigstens erwarten sollte, wird sie spezialistisch immer weiter geführt. In Wirklichkeit müssen wir physiologische, pathologische, physikalisch-chemische, psychologische Aufgaben neben vielen Technizismen bewältigen. Nur in voller Kenntnis aller Bedingungen und Seiten eines konkreten Befundes erschöpft sich unser ärztliches Interesse. Selbst auf die Gefahr hin, beschuldigt zu werden, wir faßten zuviel Gegenstände als Probleme der Heilkunst auf!

Das selektive Verhalten der Wissenschaften, in denen wir vorgeschult sind, reicht am Krankenbett nicht aus. Wir brauchen da sogar den innerlichen Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlich exakten und historischen Betrachtungen des Einzelnen und Einzigen, soweit wir die letzteren nicht auf das vorzuziehende Entwicklungsprinzip zurückzuführen vermögen[1]). Ein agnostisches Verhalten, wo es uns gerade paßte, ist praktisch ausgeschlossen. Als Ärzte können wir nicht bloß analysieren wollen und prophezeien, wir müssen auch verstehen und beherrschen.

Dabei hat für uns natürlich alles Natur zu sein: das Begriffspaar Natur und Geist ist ebenfalls nur Abstraktion oder Benennungsfrage. Der Geist ist abhängig von Materie nach seiner Erscheinung in der Natur, resp. in uns. Jedoch müssen wir den spezifischen Erfahrungscharakter auch des höheren Geisteslebens, ja sogar des „Jenseits der Seele“ gelten lassen. Dem selbst empfundenen Auseinanderstreben innerer Erlebnisse und der Disparatheit großer Lebensgebiete, z. B. der Wissenschaft und der Religion, haben wir Rechnung zu tragen. Selbst für ein Verständnis der „mystischen“ Seiten unserer Kranken sollten wir uns ohne gelehrtes Vorurteil den Sinn

---

[1]) Vgl. Rickert: Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung. Tübingen, Leipzig, 1902. Windelband: Geschichte der Naturwissenschaft. 3. Aufl. 1904.
H. Driesch: Philosophie des Organischen. Leipzig, Engelmann, 1909.

bewahren. Vor allem haben wir schlechterdings alles zu ergreifen, was im Sinne der Gattungsidee des Menschen Lebensenergie und den Willen zur Gesundheit steigert[1]).

Deshalb darf der Arzt vor allem auch selbst kein Spießbürger sein. Die verschiedenen Funktionen seiner eigenen Psyche sollen einander nicht kritisch unterdrücken, besonders nicht einem sozialen Dekorum zuliebe. Sein im übrigen streng wissenschaftlich geschulter Intellekt möge nicht davor zurückschrecken, mit innerlichem Anteil alle wirklichen Gegensätze des persönlichen Lebens der Kranken zu vereinigen, beherzigend, daß neun Zehntel alles menschlichen Handelns aus unklaren Gefühlen, Meinungen und Glauben, nicht aus der Helle des Intellekts heraus geschehen.

Ästhetische Anschauung. Stoff und Form aller ärztlichen Befunde.

3. Aber auch sonst ist das Objekt jeglicher ärztlichen Betätigung der ganze Gegenstand unserer Wahrnehmungen nach Form und Stoff. Inmitten seiner sämtlichen lebendigen Beziehungen, in welche es konkret gehört, im Knoten aller Bedingungen, in den es verschlungen ist, also kurz gesagt „ästhetisch", soll es angeschaut werden. Willig werden wir dann jeweils aus Eigenem die inneren Faktoren (Gemütslagen) hergeben, welche, ohne daß etwa deshalb bloß ein subjektives Gefallen zum Maßstab des Wertes einer Beobachtung gemacht würde, die künstlerische Betrachtung vollenden. Wehe Arzt und Patienten, wenn ersterer anderen Stimmungen und Launen sich überläßt: mit dem notwendigen Gleichmaß an Interesse und Optimismus ist es dann vorbei.

Ästhetisches Denken weicht von rein begriffsmäßigem besonders noch darin ab, daß der logische Inhalt lebendiger und flüssiger gehalten wird, indem er immer in die ursprüngliche sinnliche Hülle gekleidet und somit der Anschauung näher gebracht bleibt[2]): das Ästhetische ist Vernünftiges in sinnlich anschaulicher Form. Der Arzt erhält sich dabei nur bewußt auf demjenigen Stande der Reflexion, der sich überall einer geglückten Erklärung vorgefundener Tatsachen gegenüber zunächst geltend macht. Gerade nachdem unser wissenschaftliches Denken an abstrakten Begriffen sich entwickelt und gesteigert hat, ist in der Praxis jene andere Bedürfnis und Erquickung. Mit Recht nennt es Wundt einen Mangel der gelehrten Auffassung, daß sie an den abstrakten Begriffen klebt. Zu letzteren gehört die Anschauung, auf welche immer wieder zurückzugreifen ist. In diesem Sinne künstlerische Beobachtung nimmt die richtige Mitte ein zwischen theoretischem Erkennen und praktischem Handeln.

Wissenschaft und Kunst.

Die Wissenschaft überwindet das Individuelle, sie hat es mit Allgemeinem, Typischem, Wiederholbarem, zu tun. Den Arzt verweist das wirkliche Leben auf das Ursprüngliche, Schwerklassifizierbare, Einzelne und Einzige, auf Faktoren, welche, wie z. B. die geschichtlichen, nur sich selbst gleich scheinen und völlig genau sich kaum wiederholen[3]). Nicht alle diese völlig individuell verknoteten Bedingungen vermögen wir bereits unterzubringen unter den Entwicklungsbegriff. Ähnlich faßt auch die Kunst ihren jeweiligen Gegenstand als Ganzes, sie stellt Vollgeschehen dar, sie individualisiert. Und wie in jeder anderen ist auch in unserer Kunst, selbst ganz ab-

[1]) Vgl. W. James: The energies of Men. Americ. Philosoph. Assoc. Nach des Verfassers Tode erschienen als Memories and Studies, 1911.

M. Dessoir: Vom Jenseits der Seele. Enke, Stuttgart, 1917.

[2]) Vgl. hierzu W. Wundt: z. B. System der Philosophie, II. Bd. 3. Aufl. Leipzig, Engelmann, 1907.

[3]) Rickert: l. c.

gesehen vom Heilen als solchem, das Betätigungsobjekt immer etwas Spezielles, was der einzelnen Leistung stets ein charakteristisches Sondergepräge verleiht. Weiterhin wird, wie überall in der Kunst, auch die Medizin ihren tiefsten Tendenzen gerecht durch Verwirklichung individueller Zwecke. Dabei schöpft die Heilkunst ebenfalls, gleich jeder anderen Kunst, auch ihre Mittel immer wieder aus dem besonderen Einzelobjekt und wechselt sie in jedem anderen Fall. Typisches bleibt bei alledem genug übrig, in jeder anderen wie in unserer Kunst, so daß die Brücken zum Gesetzlichen stets gangbar sind.

Wie schon angedeutet, spielt in der Kunst eine besondere Rolle das Moment der „Einfühlung"[1]), die dem Kunstgegenstand durch Assoziationen und Gedanken, welche nicht bloß durch unsere analytische Kenntnis seiner natürlichen Eigenschaften, sondern durch packende Ähnlichkeiten mit anderen uns nahestehenden Objekten, vor allem aber mit dem, was sie menschlichen Stimmungen, Bewegungen usw. selbst gleich macht („anthropomorphisiert"), auch eine ganz besondere neue Bedeutung, einen „Sinn" gibt. Daß jene Denkweisen in verschiedenen Meistern der Kunst und in verschiedenen Beschauern mit abweichend gearteter Phantasie verschieden ablaufen, gewährt einen speziellen Reiz. Das vom Einzelobjekt oder Ereignis eingeflößte individuelle Interesse kann sich beim Arzt immer sofort in der pflichtgemäßen Erfüllung der besonderen Indikation aktualisieren. Die Freude, am Krankenbett tätig zu sein, wird zum lebenden Bestandteil der ärztlichen Vernunft.

Der Künstler, der selbst intuitiv das Wirkliche erfaßt hat, versetzt den Beschauer in vollständige Fügsamkeit, indem sich für letzteren die suggerierte Vorstellung verwirklicht und das zum Ausdruck gebrachte Gefühl ihn sympathisch berührt[2]). Solche Fähigkeiten kann auch der Arzt im guten Sinne gebrauchen! Notabene im guten, rein menschlichen Sinn, nicht in dem Zeichen, daß Äskulap ein Gott ist!

Intuition.

4. Aus diesen und ähnlichen Gründen spielt deshalb die Intuition[3]) eine Rolle in der Medizin. Die allgemeine Auffassung und Wertschätzung derselben als Methode (nur insoweit gehört sie hierher) ist allerdings im Laufe der Zeiten eine recht schwankende gewesen. Auf die Weise ihrer Benützung seitens Platons und Plotins, der Scholastiker, Descartes', Spinozas, in neuester Zeit Schopenhauers, Nietzsches, Chamberlains und besonders H. Bergsons kann hier nicht eingegangen werden. Man glaube nur nicht, daß das Ideal der Intuitionsphilosophen

[1]) Vgl. H. Cornelius: Psychologie als Erfahrungswissenschaft. Leipzig, Teubner, 1897.

[2]) Vgl. H. Bergson: Le Rire, Révue de Paris 1901, und Sonderausgabe (auch deutsch).

[3]) Baruch de Spinoza: Ethik, dtsch. von Otto Baensch 8. Aufl. Philosoph. Bibl. 92. Bd. Leipzig, Meiner, 1917.

B. Husserl: Logische Untersuchungen. Halle 1900—1901.

H. Vaihinger: Philosophie des Als-ob. 2. Aufl. Berlin 1913.

B. Erdmann: Vgl. Funktionen der Phantasie im wissenschaftlichen Denken. Deutsche Rundschau 1907, und Wissenschaftl. Hypothesen über Leib und Seele. Köln 1907.

W. Wundt: Vgl. z. B.: Sinnliche und übersinnliche Welt. Leipzig, Kröner, 1914.

Külpe: Realisierung, I. Leipzig, Hirzel, 1912. Endlich die Reden von

F. Brentano: Über das Genie (1912).

O. Behaghel: Über Bewußtes und Unbewußtes im dichterischen Schaffen (1906).

H. Bergson: Le parallelisme et la métaphysique positive, Révue de mét. et de mor., 1903, und Sonderausgabe, L'évolution créatrice, Paris 1907.

A. Steenbergen: Bergsons intuitive Philosophie. Jena, Diederichs, 1909.

von heute etwas grundsätzlich Neues ist. Strenggenommen decken sich Intuition (unmittelbare Erfassung) und Positivismus. Auch das Wesen des letzteren würde zusammenfallen mit „stummem Anschauen", wie Vaihinger sagt, z. B. eines Registrierapparats. Konkret sind auch die Beziehungen von Bewegung, Zeit, Raum, Verschiedenheit, Gleichheit, Veränderung, Maß, Ursache usw. wie wir, James zustimmend, behaupten müssen, Bestandteile des Flusses der Sinneserfahrungen, Begriffe werden sie erst hinterher. Eine positivistische Wissenschaft in diesem streng intuitiven Sinne, ohne alle Mittel („Fiktionen") des diskursiven Denkens, ist unmöglich. Mach lehrt, das Weltgeschehen zur möglichsten Anschaulichkeit zu bringen unter ökonomischster Verwendung des diskursiven Denkens. Avenarius spricht im ähnlichen Sinne vom kleinsten Kraftmaß. Mach verweist uns auch vor allem auf die im Werden begriffenen Dinge, viel weniger auf die schon gewordenen. So habe auch ich hier versucht, den Leser immer wieder in die Bewegung des Lebens beim Form-, Kraft- und Stoffwechsel zu versetzen. Anschauung und begriffliche Zerlegung ergänzen einander, aber aus Begriffen kann man keine konkrete Welt aufbauen, obwohl die Wissenschaft unzweifelhaft ein Rationalisierungs- (nicht wie Külpe sagt ein Realisierungs-) prozeß ist. Worauf es speziell uns ankommt, drückt vielleicht auch Goethe aus: „Meine Art, die Gegenstände der Natur anzuschauen und zu behandeln, schreitet von dem Ganzen zu dem Einzelnen, vom Totaleindruck zum Betrachten der Teile fort."

Von grundsätzlich zweierlei „Anschauung": einer analytischen, auf mathematische Betrachtung von Bewegung gerichteten, und einer Ratio intuitiva dürfte bei uns also natürlich nur in prägnantem Sinn gesprochen werden. Vor einer Unterschätzung des Intellekts gegenüber der Intuition, vor allem in der Forschung, wird wohl kaum zu warnen nötig sein. Auch der Verstand, bzw. das „formulierte" Denken, dem das intuitive gewöhnlich entgegengestellt wird, erstreckt sich auf Materie und Geist. Wir dürfen uns nicht, von der Intuition verleitet, völlig in der qualitativen Mannigfaltigkeit verlieren und das auch in individuellen Geschehnissen vorhandene Gemeinsame vernachlässigen. Exaktwissenschaftliches Denken ist unentbehrlich für unsere Erkenntnis. Nie kann Intuition allein ausreichen. Der Intellekt muß zuerst die Aufgabe gestellt haben, dann wird ein immer wieder erneutes Zurückwenden in den Strom der konkreten Sinneswahrnehmung, zur Erfahrung mit gerade all den Besonderheiten, welche eine erfolgte Übertragung in feste Begriffe leicht vernachlässigt hat, nämlich das innere Einheitliche im Vielfältigen, die individuelle Wirklichkeit, zum Emporsteigen bringen. Im Anschluß daran darf aber wiederum kritische Vertiefung nicht fehlen. Denn Intuitionen, deren Verifikation zunächst mehr gefühlsmäßig erlebt wird, sind nicht ungefährlich!

Aber andererseits kann doch auch gar nicht in Abrede gestellt werden, daß jenes immer erneute Zurückgreifen auf die und eine wiederholte Revision der Sinneserfahrung tatsächlich in der Geschichte der Forschung die folgenschwersten Erkenntnisse machen ließ. Eine großartige Intuition allerjüngster Zeit, das „Raum-Zeitgebiet" Minkowskis im Gegensatz zu der von uns „zwangsmäßig" vorgenommenen Projektion auf den Raum für sich, mag als Beispiel dienen. Nicht weniger vielleicht leistet die Intuition für das blitzartige Verständnis der verschiedensten praktischen Situationen, die uns oft besonders komplizierte, ganz eigenartige Rätsel aufgeben. Dort wie hier hätten wir kaum das Ziel erreicht, wenn wir lediglich aus fixierten

einseitigen Gesichtspunkten mit fertigen abstrakten Begriffen an die Sache gegangen wären, und wenn uns nicht ein aus dem Unterbewußtsein stammendes intuitives Nebendenken oft geholfen hätte.

Auch die Intuition beruht auf dem Vergleichen und Unterscheiden. Beide Darstellungsverfahren, das geläufig naturwissenschaftliche und das intuitive, haben auch viele Berührungspunkte; formuliertes und intuitives Vergleichen (Unterscheiden) laufen oft ineinander über.

Intuitives Erkennen steht nach Bergson dem gesunden Menschenverstand nahe. Der Wahrnehmung verwandt, ist es von vornherein vor allem auf das Leben gerichtet. Durch ein völliges Versenken in den Gegenstand erfaßt die Intuition das Wesentliche, den eigentlichen „Sinn", und auch den „Wert" der Erscheinungen, konkrete Dinge, individuelles Geschehen, gleich der früher skizzierten künstlerischen Anschauung „von innen heraus" mit höchster produktiver Energie. Eben immer wieder zur Erfahrung gewendet, ist sie weniger „nomathetisch" als anschaulich beschreibend. Aber von Dingen zu Bildern (Vergleichen) fortschreitend, ergreift auch die Intuition auf Grund der beobachteten Wiederholung des Ähnlichen das Allgemeine.

Die Gegenstände, an denen das intuitive Denken sich betätigt, beschränken sich jedoch nicht auf die sinnliche Wahrnehmung des Moments. Sie können auch aus der Erinnerung stammen, in der Phantasie und der Geistesarbeit des wissenschaftlichen Forschens wie im künstlerischen Schaffen entstehen.

Technik und Medizin.

5. Die Technik von heute wiederum nimmt, ihren Platz suchend zwischen Natur- und Geisteswissenschaft, eine, auch uns Ärzten angemessene, durchaus aktivistische Haltung ein.

Es werden dort nicht zwei Klassen von Ingenieuren, die einen etwa für die Untersuchung des Bauplanes, die anderen für das Studium des Energieumsatzes in den Maschinen, ausgebildet[1]). Damit sind, glaube ich, auch wir mit unseren praktisch ärztlichen Bedürfnissen hingewiesen auf eine Biologie als wissenschaftliche Grundlage, welche Anatomie und Physiologie zusammenschließt. Die Auffassung des Organismus als funktionelle Einheit würde dadurch für uns sehr erleichtert. Die beiden Prinzipien der Entwicklung und des organischen Gleichgewichts, welche uns allgemeinste Gesichtspunkte des Lebens unter normalen wie unter krankhaften Verhältnissen darbieten, ließen sich richtiger abschätzen in ihrer wechselseitigen Beschränkung.

Indem die Technik beständig neue Anfänge setzen will, ist sie weniger auf die mit Freiheitsverminderung der Energie einhergehenden „Ablauf"prozesse, als auf die „Integration"[2]), die „Aufzugs"erscheinungen mit Steigerung der Wirkungsfähigkeit der Energie[3]) gerichtet. Man kann das Leben wohl nicht, wie Auerbach und Bergson[4]) annehmen, als die Organisation betrachten, welche die Welt zum Kampf gegen die Energieentwertung geschaffen hat. Das Leben zerstreut auch Energie, es hat einen Doppelsinn[5]). Aber unleugbar spielen im Lebendigen zur Auf-

[1]) Vgl. v. Uexküll: Um- und Innenwelt der Tiere. Berlin, Springer, 1909.

[2]) Vgl. H. Spencer: l. c.

[3]) Vgl. F. Auerbach: Ektropismus oder physikalische Theorie des Lebens. Leipzig, Engelmann, 1910. Weltherrin und ihr Schatten. Jena, Fischer, 1913.

[4]) H. Bergson: l. c.

[5]) E. Hering: l. c.

rechterhaltung der Arbeitsbereitschaft, für die Wiederherstellung der Tätigkeitssubstanzen und die Entwicklung jene Aufzugserscheinungen eine ganz besondere Rolle.

Alles geistige Geschehen ist von dem erfüllt, was W. Wundt[1]) „Heteregonie der Zwecke" nennt. Die Mannigfaltigkeit neuer geistiger Werte, die sich oft aus dürftigen Anfängen herausbilden, könnte nicht entstehen, wenn nicht aus den erreichten Zwecken neue, reichere Motive hervorwüchsen, während außerdem jenseits des anfänglich Gewollten liegende Nebenerfolge weitere Entwicklungen anregen. So wird dieser geschlossene Entwicklungsprozeß eine „schöpferische Synthese". Wir vergleichen zum erstenmal hier Physisches und Geistiges in ihren Ursprüngen, wenn wir an einen Gedankengang J. Löwys[2]) erinnern, welcher das technische Erfinden als eine Art von (zwangsmäßigem) Aufsteigen der geistigen Entwicklung an ihren eigenen Produkten betrachtet, wobei es hauptsächlich auf „Anpassungen" ankomme. Alle psycho-physische Entwicklung verhält sich in gewissem Sinne ähnlich. Löwy hält denn auch die technische Entwicklung für eine Fortsetzung der natürlichen, die Objekte der Technik wären gewissermaßen nach außen projizierte Organe und organische Anordnungen.

Die Technik zeigt uns auch, daß eine praktische Verwertung der Energien nicht erst von einer abgeschlossenen Theorie derselben abhängt. Der wissenschaftlichen Erforschung oft vorauseilend und irgend geeignete, aber doch zunächst bloß hypothetische Perspektiven zuhilfenehmend, vermag sie erfolgreich zu arbeiten selbst mit noch wenig bekannten Kraftformen.

Die Wissenschaft u. d. Auffassung v. Bacon und Descartes.

6. Wenn auch gegenwärtig noch Viele, Descartes folgend, welcher nicht die materielle, sondern die ideelle Produktion als deren Typus hingestellt hat, in jeder Wissenschaft ein Unternehmen erblicken, den profan-praktischen Bedürfnissen zu entfliehen und in völlig interesselosen Untersuchungen das Wesen derselben zu finden, begegnen wir doch, etwa seit dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts, einer durchgreifenden Wandlung im Verhältnis von Wissenschaft und Leben, wie sie bereits von Bacon angebahnt worden ist. Nach ihm sollte diese praktisch sein und die Grundsätze für die Leitung der Produktion feststellen, indem sie lehrt, welche Erscheinung diejenige andere, die wir ins Auge fassen, hervorbringt. Natürlich verbleibt der Erkenntnis auch ihr selbständiger Wert, aber sie gibt doch ihren absolut isolierten Charakter zugunsten des Spielraumes der menschlichen Aktivität auf. Immer mehr besinnt sich unser wissenschaftliches Denken darauf, daß es, selbst nur ein Faktor der Lebensentwicklung, die Welt so zu erfassen hat, wie es den Bedürfnissen des Handelns entspricht. In diesem Sinne will alle Wissenschaft voraussehen, damit unser Wirken auf die Dinge erweitert werde.

Vermittlung des Dilemma zwischen ärztlicher Kunst und medizinischer Wissenschaft.

Hier ist es denn auch, wo die moderne Klinik als berufene Vermittlerin in dem besonders seit Amalgamierung der Medizin mit exakter Naturwissenschaft schwierig gewordenen Zwiespalt zwischen Pathologie und ärztlicher Kunst bei voller Wahrung aller Interessen der letzteren, nach unserer Meinung unschwer, den richtigen methodologischen Standpunkt findet.

Tatsächlich ist es der Baconsche Pragmatismus, welcher auch dieses Dilemma vermittelt.

[1]) W. Wundt: Vgl. die bereits zitierten Werke.

[2]) J. Löwy: Das Wesen des Erfindens. Ztschr. f. d. Ausbau der Entwicklungslehre, II. Heft 5/6. 1908.

Der Pragmatismus Bacons.

Selbstverständlich braucht die Wahrheit nicht schlechthin gemessen zu werden an ihrem unmittelbaren Wert für das praktische Leben, wie man vielleicht aus einer modisch gewordenen pragmatistischen Philosophie der Amerikaner zu entnehmen geneigt sein möchte[1]). Eine solche Auffassung des wissenschaftlichen Erkennens ist jüngst[2]) scharf als Karrikatur einer Erkenntnistheorie stigmatisiert worden. Aber völlig isoliert auf die Dauer kann Denken und Erkennen nicht bleiben, es muß einen Zusammenhang bewahren mit der gesamten vitalen Aktivität. Pragmatismus im Baconschen Sinne will, richtig verstanden, gar keine neue Erkenntnistheorie sein. Die Ausfüllung der Kluft zwischen „reiner" Erkenntnis und Praxis ist notwendig und möglich unter Hinweis auf die Phylogenese unseres Intellekts im Zusammenhang mit und in der Anpassung an die besonders scharf erfaßbare materielle Seite der Umwelt, die auch unserem Handeln die besten Angriffspunkte liefert[3]). Die ganze Reaktionsweise des psychophysischen Organismus auf diese Umwelt schließt die enge Beziehung ein, in welcher das theoretische Verhalten des Menschen zum praktischen Gehaben des Organismus steht[4]).

Ursache der großen Fortschritte der Pathologie u. d. prakt. Medizin: Amalgamierung mit der Naturwissenschaft.

7. Als Hauptursache der gewaltigen Fortschritte nicht bloß unserer Krankheitslehre, sondern auch der praktischen Medizin im verflossenen Jahrhundert muß ganz unbedingt die enge Verbindung des Laboratoriums mit der Klinik angesehen werden. Um aber dieses Zusammenwirken auch in der Zukunft fruchtbar zu erhalten, dürfen wir nicht, unsere Aufmerksamkeit willkürlich zu eng abgrenzend, einseitig werden. Wir können nicht den Tatsachenkreis, innerhalb dessen unsere Forschung sich bewegt, bloß nach den jeweils uns geläufigsten oder auch am sichersten erscheinenden Forschungsmitteln einschränken und dabei dasjenige vernachlässigen, was wir am meisten zu wissen brauchen. Nicht gesagt ist damit natürlich, wir hätten, bevor die wissenschaftliche Situation dafür irgendwie reif, sondern bloß, weil es ein brennendes Bedürfnis ist, unsere Mühe im Suchen, z. B. nach einem Krebsheilmittel zu verzetteln.

Auch sollen wir nicht zu leicht, neue bestechende Laboratoriumsergebnisse oder Begriffe in die Pathologie hineinwerfend, die Entwicklung klinischer Gedankengänge immer wieder neu komplizieren. Selbstbestimmte Arbeit auf unserem ererbten, vor Zersplitterung durch zu weitgehende Spezialisierung bewahrten Gebiet mit beständiger Rücksicht auf unsere eigentlichen Endzwecke, was Frerichs als Wahrung unserer Selbstherrschaft verstand[5]), wird es verhüten, daß wir in zwangsmäßige Abhängigkeit geraten von unseren augenblicklichen Arbeitsmethoden und, von außen die rettende Tat erhoffend, am Schlusse ärztlich arm werden bei allem Reichtum an nicht zusammenhängenden Tatsachen der Krankheitslehre. Selbstverständlich sollen wir Wertvolles aus anderen Gebieten dankbar aufnehmen, wie z. B. die therapeutischen Errungenschaften der Immunitätswissenschaft; aber die Behandlung des kranken Menschen selbst ist unseres Amtes!

[1]) F. C. S. Schiller: Studies in humanism. London 1907.
W. James: Pragmatism. New York 1907. The meaning of truth, London 1911.

[2]) Th. Ziehen: Zum gegenwärtigen Stand der Erkenntnistheorie. Wiesbaden, Bergmann, 1914.

[3]) Vgl. Bergson: l. c.

[4]) R. Avenarius: Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes. 2. Aufl. Berlin 1904. Kritik der reinen Erfahrung, l. c.

[5]) Frerichs: Zeitschr. f. klin. Med., 1. Bd.

Die breiten, bequem gemachten Pfade der Detailforschung führen öfter an den grundsätzlichen Fragen, zuweilen an den uns zu allermeist bewegenden, vorbei, und wir verlieren vielleicht selbst einmal die richtigen Standpunkte. Bloße Gelehrsamkeit, sagt Hegel, dehnt sich immer am breitesten da aus, wo am wenigsten zu holen ist. Und endlich droht der Internistenkongreß eine Art babylonischen Turmbaues zu werden, wo ein Grüppchen das zweite und dritte, in anderer Richtung noch gelehrtere, nicht mehr versteht.

Theoretische Fragen dürfen uns nicht bloß hinsichtlich ihrer unmittelbaren Bedeutung für die „Steigerung der wissenschaftlichen Macht" beschäftigen, immer soll Zeit bleiben zur Besinnung und zum Nachdenken. Morphologische, physiologisch-funktionelle, ätiologische, exakt-wissenschaftliche und psychologische Prinzipien, welche in früheren klinischen Epochen für sich einseitig oder systematisch in den Vordergrund gerückt worden sind, sollten in Wirklichkeit bloß ebensoviel nebeneinander berechtigte Mittel sein, unser Ziel zu verfolgen. Dieses unser Endziel ist aber doch wohl ein ganz fest gegebenes. Mehr als anderes Wissen ist gerade das unsere ein savoir pour prévoir. Alle durch Beobachtung, Experiment und Introspektion ermittelten Tatsachen, Regeln und Gesetzlichkeiten sollen uns schließlich in den Stand setzen, die Erfolge unserer ärztlichen Eingriffe sicher vorauszusagen. Diese letzteren sind vor allem unser experimentelles Gebiet. Vor der Welt für uns entscheidend kann nur der wirkliche heilkünstlerische Erfolg sein. Die Errungenschaften unserer Kunst sind nicht bloß Abfälle der biologischen Wissenschaft, sondern auch richtige Beweise für biologische Voraussetzungen und Schlüsse. Alter, Krankheit, Tod sind geradeso Merkmale der Lebewesen, wie Organisation, Generation, Entwicklung, Ernährung u. a. Die richtig erfaßte Medizin verheißt nicht mehr bloß Genesung, sondern Leben selbst, nicht mehr bloß Wohlergehen der Einzelnen, sondern der Gesamtheit, sowie, von den Individuen ausgehend, direkte Beeinflussung der Beschaffenheit künftiger Generationen.

Der Sprung vom Theoretischen zur Praxis braucht natürlich nicht immer sofort bei jedem Ergebnis der Laboratoriumsarbeit zu erfolgen, er müßte dann ja oft zu kurz ausfallen. Nicht selten spinnen sich, anscheinend ganz unvermittelt, Entwicklungen an und fort im wissenschaftlichen Tagesbetrieb, bis sie schließlich auch überraschende praktische Ergebnisse zeitigen. Aber grundsätzlich sollten wir das Krankenbett nur verlassen, um reicher dahin zurückzukehren!

Vermittlung zwischen medizinischer Wissenschaft und ärztlicher Kunst.

8. Nach dem Sinne eines solchen von mir der gegenwärtigen klinischen Periode unterlegten Pragmatismus, welcher nur die Ineinsbildung sein möchte von Tendenzen eines radikalen Empirismus, Voluntarismus und Utilitarismus auf Grundlage einer biologischen Logik, also mit dem Kennzeichen der Entwicklung[1]), wäre eine ausschließliche oder auch nur einseitig auf die Kunst zielende Vermittlung zwischen ärztlicher Praxis und medizinischer Wissenschaft nicht.

In der heutigen Krankheitslehre, im Grunde schon seit Sydenham, ist für den Begriff des Krankhaften bloß eine Reihe konventionell zusammengefaßter Störungen der Vitalreihen und ihrer Ausgleichung geblieben. Davon machen auch die wohl charakterisiertesten Infekte keine grundsätzliche Ausnahme; auch die Immunität

[1]) Diese Formulierung rührt von L. Stein her. (Philosophische Strömungen der Gegenwart. Stuttgart, Enke, 1908.)

gehört in die Physiologie. Nicht das subjektive Wohlbefinden, nicht die Qualität der Reize, nicht die Art der organischen Vorgänge entscheidet apodiktisch über das so populäre und das so „notorische" Gesund- und Kranksein. Auch die neuesten pathologischen Kontroversen über die absolut gefaßten Begriffe: Gesundheit und Krankheit [1]), so wertvolle Gesichtspunkte sie eröffnen, scheinen mir nicht zu treffen, worauf es praktisch ankommt. Es ist wiederum vor allem ein konkretes Bedürfnis, die Not des Krankenbettes, der Schutz der Allgemeinheit u. dgl., was eine besondere Beachtung bestimmter vitaler Geschehnisse durch eine Sonderklasse darin speziell geschulter Personen verlangt. Weil es ärztliche Helfer und sanitäre Vorkehrungen überhaupt geben muß, existiert auch eine, von der Biologie abgegrenzte, Pathologie. Wäre jeder Physiologe Arzt und jeder Arzt Physiologe von Fach, resp. wäre so etwas überhaupt noch möglich, stellte sich vielleicht zum Teil diese an sich bloß künstliche, konventionelle Abgrenzung als überflüssig heraus. Käme, was hier und da bereits verwirklicht ist, die Mediko-Chirurgie zur Verschmelzung, entfiele wenigstens die spezielle innere Pathologie, und Alles wäre „Grenzgebiet" [2]).

Eine allzu konsequent künstlerische Auffassung des ärztlichen Berufs, die, ganz abgesehen vom Phantastischen der letzt angeführten Voraussetzung im Kranksein bloß vitales Geschehen unter Verhältnissen erblicken wollte, welche spezialistische Fürsorge und Eingriffe erfordern, möchte vielleicht in den Ergebnissen der medizinischen Wissenschaft kaum mehr für die Zwecke der Praxis sehen wollen als etwa einen Teil dessen, was in der Kunst die Technik heißt. Für sie existierten ausschließlich Künstler und Kunstmittel. Etwa wie in der Musik. Da ist die Theorie kein Zweck, nur Grundlage für Spiel oder für Komposition. Aber ohne die Stütze fürs Verständnis, welche in der Medizin die Wissenschaft gewährt, wird die Übung der Heilkunst eine mechanische oder eine Gefühlssache. Beides wäre kein Glück für unsere Kranken. Sollten wir allerdings einmal mit wirklicher lebendiger Substanz ausgiebig technisch arbeiten lernen, dann würde nicht bloß die Technik eine Art von Biotik [3]) werden, sondern es möchten auch der soeben abgelehnten Richtung der ärztlichen Praxis gewisse Perspektiven sich eröffnen.

Jedenfalls verdienen den Vorzug rationelle, direkt der Wissenschaft und mittelbar der Kunst zugewendete Vermittlungsstandpunkte in jenem Dilemma zwischen beiden. Denn überall gelang die Beherrschung der Natur durch theoretische Erkenntnis und technische Mittel.

Erleichtert wird das Gewinnen umfassender solcher Standpunkte, wenn die moderne Klinik als erneute Grundlage aktueller Bestrebungen zu ihrem Vorteil

---

[1]) R. Virchow: Virchows Archiv, 79. Bd. 1880.
C. Weigert: Ges. Abhdl., I. Bd. 1896.
L. Aschoff: Deutsche medizinische Wochenschr. 1909, Nr. 33.
H. Ribbert: Wesen der Krankheit. Bonn 1909. Dtsche. med. Wochenschr. 1910, Nr. 90.
E. Albrecht: Frankf. Zeitschr. Pathol. 1, 1907.
F. Marchand: Einleitung z. Handb. v. Krehl-Marchand.
O. Lubarsch: Handb. d. allg. Pathologie.
E. Schwalbe: Fr. Ztschr. Pathol., Bd. III, 1909.
W. Ebstein: Scientia 1908, Nr. 5.

[2]) Vgl. C. A. Wunderlich: Handbuch der Pathologie und Therapie, I. Stuttgart, Enke, 1850.

[3]) Vgl. F. Auerbach: Ektropismus oder physikalische Theorie des Lebens. Leipzig, Engelmann, 1910.

gewisse Elemente zurückholt aus ihrer noch immer lebenskräftigen Quelle, der antiken Medizin, in welcher sie ja wurzelt und zu der sie, ungeachtet der Umgestaltung im „Jungbrunnen" der exakten Naturwissenschaft, nie die Brücken hinter sich abgebrochen hat, während allerdings dieser naturwissenschaftliche Geist die heutige Pathologie scharf zu trennen scheint von aller Vergangenheit und vernichtend gründlich aufräumen mußte mit vielem Alten.

„Neo-Hippokratismus.

Bereits seit Dezennien mehren sich, obwohl es an Opposition nicht fehlt, nun wirklich Zeichen einer im Sinne des Lebensprinzips der älteren medizinischen Klinik, nämlich des eklektischen Hippokratismus unternommenen Restauration[1]: „Antiquitas saeculi juventus mundi" (Bacon). Man wende nicht ein, daß immer, wenn es an eigener schöpferischer Kraft fehlt, das Heil erwartet wird von der Rückkehr zur Vergangenheit. Die überreiche Originalität der modernen Detailforschung wird uns weit genug von unseren Vorbildern entfernt halten. Beherrschung der klinischen Medizin ist überhaupt unmöglich, wenn man sie nicht genetisch betrachtet. Gegenüber einer Zeit, wo man unter immer erneuter Berufung auf die alten Autoritäten sich nicht loslösen konnte von der Vergangenheit, leben wir in einer Periode mangelhaften historischen Sinnes. Mancher junge Privatdozent nimmt überhaupt keine Rücksicht auf eine Literatur, die 5 Jahre älter als seine eigene letzte Arbeit ist. Aber, ob vergangen oder gegenwärtig, das Beste soll erhalten bleiben.

Auch hat man unter Neohippokratismus natürlich nicht bloß oder vorwiegend eine Doktrin oder eine Methode zu verstehen, sondern vielmehr eine ärztliche Richtung, eine Summe leitender Gesichtspunkte. Keineswegs ist derselbe durch die sogenannten hippokratischen Schriften erschöpft. Allerdings weist er zurück auf den Vater der Heilkunde, aber er umfaßt auch die Leyden-Wiener Klinik, die Schule von Montpellier, Sydenham u. a. große Kliniker des 17. und 18. Jahrhunderts bis zum Anfang des vorigen Jahrhunderts, bis auf P. Frank und Hufeland. Mit den tatsächlichen und bleibenden Ergebnissen der übrigen Hauptepochen der Klinik, z. B. selbst in der weitgehendsten Verbindung derselben mit pathologischer Anatomie und darauf begründetem lokalistischem Verfahren (Paris-Wiener Schule), noch leichter natürlich in ihrer Verschmelzung mit Physiologie und experimenteller Pathologie (Traube und noch mehr Naunyn) und einer anatomischen Denkweise, die beim Suchen nach dem Herd krankhafter Prozesse auch bloß die vitale Funktion vorkehrt (R. Virchow), aber vor allem endlich auch mit einem nicht übertriebenen Ätiologismus ist dieser Neohippokratismus gut vereinbar.

Den wesentlichen Inhalt der älteren hippokratischen Klinik hatte eine auf die krankhaften Allgemeinerscheinungen konzentrierte Zeichenlehre, rein ätiologische Diagnostik, stark ausgedehnte prognostische Tendenz und eine individualisierende, hygienisch-diätetische Therapie gebildet. Ein vermittelnder Faktor über alle Umwälzungen der medizinischen Wissenschaft hinweg ist darin gegeben, daß alle wechselnden pathologischen Anschauungen um einen Punkt gekämpft haben, um die Frage der Krankheitsursache. Daß aber (in sehr vielen Fällen) die Krankheit durch

[1] Vgl. J. Petersen: Hauptmomente der älteren Geschichte der medizinischen Klinik. Kopenhagen 1890, Hort. — Hauptmomente in der geschichtl. Entwickl. d. medizinischen Therapie. Derselbe Verlag.

F. Kraus: Über den Hippokratismus. Grazer Antrittsvorlesung, Sond.-Abdr. Mitteil. d. Vereins der Ärzte Steiermarks, 1894, Nr. 7.

äußere Einwirkungen auf den wie immer disponierten Organismus hervorgerufen wird, und der Krankheitsverlauf seinen Grund hat in reaktiven Äußerungen des gesamten Körpers: in diesem entscheidenden Punkt waren die Hippokratiker tonangebend. Die funktionelle Auffassung, deren Bedeutung in Krankheitslehre und Praxis diese Arbeit gewidmet ist, findet bei ihnen den gebührenden Platz.

Für Sydenham z. B.[1]) besteht die den Arzt angehende Seite der Krankheit wesentlich darin, daß der Organismus (die „φύσις") das Bestreben äußert, die fremde, schädliche Materie zum Vorteil des Kranken zu entfernen. Wenigstens in den hippokratischen Schriften selbst bedeutet die „vis medicatrix" bloß den Begriff der dem Individuum natürlich erwachsenen Fähigkeit, je nach dem Maß der Lebensenergie krankhafte Zustände auszugleichen. In bemerkenswerter Weise wird sie als „instinkt"mäßig aufgefaßt und fällt im Grunde ins Bereich der allen Lebwesen eigentümlichen Fähigkeit, sich anzupassen. Deshalb brauchen wir uns auch heute nicht zu stoßen an der finalistischen Ausdrucksweise. Nach spezifischer Therapie trug schon Sydenham heißes Verlangen.

Generelle Pathologie der Hippokratiker.

Fast sämtliche Erkrankungen betrachtete man in jener ganzen klinischen Periode als generelle oder vermutete wenigstens als Ursache des in die Augen springenden lokalen Prozesses ein verborgenes Allgemeinleiden. Ein prägnanter Vertreter dieser Auffassung ist z. B. noch Boerhave[2]). Natürlich lag auch hierin bloß ein Programm, da die Alten statt unserer modernen inneren, nur eine mehr rein äußerliche Zeichenlehre besaßen. Obzwar z. B. selbst Rokitansky[3]) — auch noch nach dem Zusammenbruch seiner Krasenlehre — den Antagonismus, bzw. die Verwandtschaft gewisser Krankheiten festhielt und auch Virchow[4]) eine „chlorotische Konstitution" und eine „skrophulöse Diathese" gelten ließ, war doch in der Medizin mit dem schon seitens Bichats und Pinels, Broussais und Boisseaus, Laënnecs inaugurierten und immer radikaler fortschreitenden Bestreben nach Lokalisation dieser einst übertriebene allgemeine Faktor wiederum unterschätzt. Der durch die überragenden Entdeckungen Kochs zur Herrschaft kommende Ätiologismus widerstrebte, wenigstens im Anfang, allen „konstitutionellen" Momenten. Die Immunitätswissenschaft hat nachher diesen in verständlichem Überschwang gemachten Fehler glänzend ausgeglichen.

Schließlich sei noch besonders die ästhetische Auffassung der hippokratischen Medizin besonders betont. Die ganze Betrachtung der ärztlichen Aufgaben hängt mit der auf das Harmonische gerichteten Denkweise des Griechentums überhaupt zusammen. Im kranken Zustand tritt dem Hippokratiker vor allem die Störung dieses Gleichmaßes des Lebens entgegen, und die Erfahrung und Behandlung der Krankheit strebt nur die Zurückführung zum vitalen Gleichgewicht an. Der alte hippokratische Eid zeigt, wie sich Alles auf Ansprüche an die ganze ärztliche Persönlichkeit, welche Wissenschaft und Kunst zu vereinigen hat, aufbaut. In diesem Sinne habe auch ich stets darauf gedrungen, nicht so sehr den entwicklungsfähigen Keim der Beziehungen zwischen Helfer und Kranken, dem allerdings sittlichsten Verhältnis

---

[1]) Th. Sydenham: Opera omnia. 8 ed. London, Greenhill, 1844.

[2]) Boerhave: l. c.

[3]) C. Rokitansky: Lehrb. d. pathol. Anatomie, 3. Aufl. Wien, Braumüller, 1855.

[4]) R. Virchow: Chlorose und die damit zusammenhängenden Anomalien im Gefäßapparat. Vortr. Berl. Geburtshilfl. Gesellschaft, 12. VII. 1870, Berlin 1872.

zwischen Mensch und Mensch, sondern die Freude an der klinischen Tätigkeit als Vernunftbestandteil in den Mittelpunkt aller ärztlichen Erziehung zu stellen. Eine rein karitative Auffassung ist sogar nicht ganz unbedenklich, ebenso wie die einseitig politische des Lykurgos und Platon.

Aber die schönsten Programme, auch wenn der geschichtliche Zusammenhang der klinischen Perioden sie uns noch so nahe bringt, gewinnen einen wirklichen Wert natürlich doch erst durch die Ausführung.

Es kommt alles darauf an, ob die heutige Biologie und Pathologie dem Organismusstandpunkt gleichzeitig ebenso gerecht zu werden vermag, wie etwa der zellularen Theorie.

G. Das originäre Ganze.

Komplex der Gene.

1. Die mittlere Linie zwischen dem originären Ganzen und den Konstituenten der Organisation im Phänotypus wird, im Einklang mit der naturwissenschaftlichen Analyse im allgemeinen, welche immer mehr darauf ausgeht, Stoffe und Erscheinungen in Zusammenhangslosigkeiten aufzulösen, dadurch gewonnen, daß man den sicherstehenden Zusammenhang der letzten Größen (Elemente) in den lebendigen Körpern und in den vitalen Prozessen einer tatsächlich gestützten Betrachtung unterwirft, welche denselben so darstellt, daß er, je nach der vorliegenden Aufgabe, ebenso ins Auge gefaßt, wie von ihm abgesehen werden kann.

Im weitesten funktionellen Sinn, besonders bei energetischer Betrachtungsweise[1]) kann man von einer Unität in der Organisation aller lebendigen Substanz überhaupt (mindestens des Warmblüters) sprechen. Überall stoßen wir auf eine (phänotypische) Kombination von Ernährung, Wachstum, Anpassung, Vermehrung, Vererbung und gewissen Psychismen zu vitaler Einheit. Immer wieder finden wir in den tierischen Organismen lebendige Substanz, paraplasmatische Bestandteile, Reservestoffe und inneres Medium, resp. Eiweiß- und Kernstoffe, Lipoide, Katalysatoren, Enzyme, An- und Kationen, Wasser, kolloide und höhere organische Struktur als Konstituenten.

Andererseits verweisen aber nicht etwa bloß Habitus, innere Struktur und Verhalten, sondern gerade besonders auch der Chemismus auf tiefgreifende speziesgemäße und selbst individuelle Verschiedenheiten. Die Differenz der chemischen Bausteine schon hinsichtlich der erblichen Anlagen begründet eine weitgehende Variabilität in der Gruppierung der Lebensvorgänge von Art und Individuum. Da nun, wie wir zum Teil bereits gesehen haben, das praktisch medizinische Interesse gerade an die Plus- und Minusvarianten des Speziesexemplars anknüpft, haben wir, mehr als jenen allgemeinen Typus, die Verschiedenheiten, vor allem mit Bezug auf Erregung, Erregungsausgleich, Hemmung und auf die Entwicklungsarbeit, festzuhalten.

Nach allen früheren Darlegungen erscheint es am zweckmäßigsten, auf die noch nicht differenzierte Vererbungssubstanz (Idioplasma) von Rasse und Individuum zurückzugreifen.

Ein vor den realisierten Teilen vorhandenes originäres Ganze, welches im zu-

[1]) Vgl. M. Rubner: Kraft und Stoff im Haushalt der Natur. Leipzig 1909.

sammengesetzten Organismus vom Beginn der Individualitätsphase als verbindendes Glied aller ontogenetischen Stufen vorhanden ist und — wenigstens teilweise — bleibt und seine Gesamtheit durchdringt, das die zentralisierte Natur unserer Organisation nicht bloß in physischer, sondern, wie wir sehen werden, auch in psychischer Hinsicht ausmacht, finden wir in der Tat im Anlagenbestand gegeben, im systematischen Komplex der Gene. Die moderne exakte Erblichkeitslehre[1]) hat nachgewiesen, daß nicht einfach äußere (phänotypische) Merkmale vererbt werden, sondern die Dispositionen, auf äußere Einflüsse in bestimmter Weise zu reagieren. Genotypische Konstitution einer-, Reize und Lebensbedingungen andererseits sind hierbei von gleicher Wichtigkeit. Der Genotypus ist eine Kombination nicht bloß von Entwicklungsansätzen, sondern auch schon von erblich befestigten Anpassungen. Er nimmt die Möglichkeit der individuell variablen Zusammenfassung von Gruppen (Reihen) der Funktionen erblich vorweg und setzt die Kompositionsharmonie an den Anfang, nicht ans Ende der Entwicklung. Das isolierte Gen ist aus den Gesichtspunkten des Kreuzungsexperiments streng definierbar. Über den Mechanismus der Erbeinheiten wissen wir jedoch direkt wenig. Weitre Klärung ist aber zu erhoffen aus Untersuchungen, welche über die bloße Bastardierung hinausgehen (Chemie, Entwicklungsmechanik, Zytomorphologie, Pathologie).

Als erster setzte Johannsen klar auseinander, daß die Vererbungswissenschaft große Ähnlichkeit hat mit der Konstitutionslehre der organischen Chemie. Hier wie dort ist es möglich, mit gegebenen Komplexen und ihren gegenseitigen Beziehungen zu denken, zu rechnen, zu experimentieren, ohne den Mechanismus bestimmter notwendiger Voraussetzungen direkt vollständig zu kennen, z. B. einerseits die Natur usw. des Atoms C, andererseits das chemische usw. Substrat der Gene. Man hat dementsprechend in den Einheiten des Idioplasmas einen Gerüstkern angenommen mit Seitenketten für Art- und Organspezifizität. Von diesem Kern lösen sich zu bestimmten Zeiten Enzyme als „Ergophoren" ab[2]). Für mich findet die genotypische Konstitution einen greifbaren Ausdruck zunächst in dem, was die Immunitätswissenschaft Artspezifizität nennt[3]). Daß auch das individuelle Plasma Unterschiede aufweist, haben wir schon gehört. Der Gewebsdifferenzierung und dem speziellen Funktionscharakter wiederum entspricht die Organspezifizität. Weiterhin will ich im folgenden versuchen, die vererbte Eigenart und die Entwicklungsarbeit (Wachstum und Wiederersatz) speziell mit dem Fermentleben in Beziehung zu bringen. Das Erbgut muß ja als Stoffliches aufgefaßt werden. Es ist bloß ein Notbehelf, wenn wir diese Substanzen, etwa wie noch vor kurzem das Radium aus seiner Strahlung, bloß aus mehr oder minder indirekten Wirkungen erschließen und dosieren. Das Erbgut ist die Muttersubstanz aller Wachstumsfermente.

Alle artgemäße chemische Funktion der lebendigen Substanz läßt sich unter dem Gesichtspunkt zusammenfassen, daß im Idioplasma eine der Spezies eigentümliche Kombination von (dauernd oder) periodisch sich geltend machenden ferment-

[1]) W. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena, Fischer, 1913.
[2]) W. Johannsen: Amer. Natur. Vol. 45. 1911.
Woltereck: Vererbung erworbener Eigenschaften. Verhandl. der Zool. Ges. 1911.
Rhumbler: Proceed. 7th. Internat. Zool. Congr. Comler, Mars 1909.
A. L. Hagedorn: Vorträge und Aufsätze über Entw.-Mechan., H. 12, 1911.
[3]) Vgl. E. P. Pick: Biochemie der Antigene. So.-Abdr. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. II. Aufl. Bd. I. Jena, Fischer.

artig wirksamen Gruppen angenommen werden, welche — je nach dem physiologischen Zustand — am Substrat festhaften oder als freie Enzyme abgestoßen und vorrätig gehalten werden. Für eine solche Vorstellung haben Bateson und Rubner auch tatsächliche, bzw. experimentelle Unterlagen geschaffen[1].

Man kann in diesem Sinne nicht mehr sagen, daß lediglich die Zellen und Zellenabkömmlinge den Lebenszyklus vollziehen, und daß nur durch andauernde Ersatzschaffung für die im Niedergang begriffenen und ausgeschalteten histioiden Elemente sich das aus der Gesamtheit der Komponenten rsultierende Leben der Person erhält. Der Zyklus ist vielmehr bereits vorgesehen in der immanenten genotypischen Konstitution, die — nach Maßgabe des Experiments — in concreto immer geknüpft ist an organische Struktur (lebendige Substanz), aber unabhängig sich erweist von zytologischen und speziellen morphologischen Vorstellungen überhaupt. Vorgezeichnet im Genotypus ist nicht bloß die Ontogenese, sondern auch die während der ganzen Individualitätsphase fortdauernde Entwicklungsarbeit und besonders noch die im Phänotypus realisierte, aber modifizierbare Gestaltung, Koppelung sowie das wechselweise Gleichgewicht der bereits erwähnten und noch ausführlich zu besprechenden Vitalreihen. Speziell das Psychistische geht in seinen organischen Grundlagen ebenfalls auf das Zusammenwirken der Anlagen zurück, welche die Anordnung der rezeptorischen und effektorischen Organe vorwegnehmen. Gruppenbildung und regelmäßige Folge der vitalen Prozesse in gleichmäßiger Wiederholung, stets im Verein mit den Sensationen und besonders mit Leibesempfindungen, sind als gemischte vitale Ketten artgemäß vererblich. Als Beispiel diene, in diesem Zusammenhang, das Saugen des Kindes. Aus dem typschen wird hier ein „bedingter" Reflex und mehr (Hunger, optisches usw. Erinnerungsbild der Mamma, Wiedererkennen der Brust, motorisches Erinnerungsbild des Saugaktes). Realisiert sind individuelle Koppelung und Umschaltung vor allem in einem von Pawlow[2]) aufgedeckten Mechanismus, aber die Anlage ist in vielen Einzelheiten und Variationsmöglichkeiten genotypisch. Die sogenannte Zweckmäßigkeit der anpassenden Handlungen und Gewohnheiten der Lebewesen (von unserem Denken zunächst abgesehen) steht, angeboren wie sie großenteils ist und während der Individualitätsphase bloß gebahnt oder sonst variiert, in engster Relation zu den vererblichen Anlagen; mit jeder Neukombination der Gene, mit jeder Mutation wird ein anderes „Verhalten" zweckmäßig. Sonstige erworbene Regelungen sind in der „Umorganisation" begründet, welche mit den Änderungen des „physiologischen Zustandes" verbunden sind. Der artgemäße Biotypus ist überhaupt der Grund, der uns im Organischen eine Ordnung finden läßt, welche auf Wiederholung der gattungsmäßigen Ähnlichkeit beruht; auch verschiedene Ursachen haben hier ähnliche, dem Gattungstypus entsprechende Wirkung. Die gesetzlichen Beziehungen der mechanischen Ordnung dagegen führen zur Hervorbringung gleicher Wirkungen bei gleichen Ursachen[3]).

Wollte man die Gene, resp. die genotypischen Unterschiede, wie es etwa noch de Vries[4]) zu tun geneigt war, in dem Sinne auffassen, daß jeder Einzeleigen-

[1]) Bateson: Mendels Vererbungstheorien. Deutsch A. Winckler. Berlin, Teubner, 1914.

[2]) J. P. Pawlow: l. c.

[3]) Vgl. auch H. Bergson: Schöpferische Entwickl. Deutsch von Kantorowicz. Jena, Diederichs, 1912.

[4]) de Vries: Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie. 3. Jahrg. 1906.

schaft ein besonderes Gen entspricht, daß also eine strikte Parallelität der phänotypischen Beschaffenheit mit der genotypischen Konstitution anzunehmen wäre, könnten überwundene Mißverständnisse zwischen Leibniz-Hallers Präformation (Evolution) und der Epigenese C. F. Wolffs[1]) zugunsten der ersteren wieder aufleben. Ein derartiger Parallelismus existiert aber gar nicht. Mit Einzeleigenschaften dürfen wir, nach den klaren Auseinandersetzungen W. Johannsens in der Erblichkeitslehre gar nicht operieren, die phänotypischen Manifestationen variieren nach den Verhältnissen der Lebenslage. Vererbt wird immer nur eine bestimmte spezifische Art der Reaktion auf die Außenbedingung; die äußeren Eigenschaften sind das Ergebnis dieser Reaktion auf die zufällige Lebenslage. Worauf es ankommt, ist die mit der genotypischen Konstitution gegebene Reaktionsnorm. Nichts spricht gegen eine das Frühere wiederholende, eventuell verstärkende Angliederung an das mit vererblicher Eigenart begabte lebendige Substrat mit dem Ergebnis der gleichen systematischen Reaktionsnorm; nichts also gegen Epigenese. Zweihundert Millionen Homunculi im Eierstock der Eva mit allen Körperteilen eingeschachtelt anzunehmen, ist etwas schwierig; und eine Eichelfrucht enthält den Lebenskeim für Wälder von Eichbäumen, für Generationen „ohne Ende". Da bleibt jeweils etwas erhalten vom Baum zur Eichel und von letzterer zur Eiche, aber eine bloße Konstanz tut es nicht. Ein Gleichnis gibt uns vielleicht das magnetische Verhalten an die Hand. Mit einem Magneten kann man eine beliebige Zahl anderer ins Dasein rufen, ohne Verlust für den ersten als Erzeuger. Der hervorrufbare Betrag von Magnetismus erfordert natürlich einen entsprechenden Arbeitsaufwand. Der Magnetisierungsprozeß erweckt in dem zuvor trägen Stahl keine eigentlich neuen magnetischen Kraftlinien. Diese geschlossenen Kurven oder Ringe von Linien können ausgedehnt oder erweitert, jedoch nicht erzeugt werden. Nachher schrumpfen sie gegebenenfalls auch wieder. Sie waren da, aber klein und ungeordnet, daher ohne Effekt. Weiter möchte ich die Parallele nicht treiben, jedenfalls nicht so weit, wie Sir O. Lodge[2]). Das Leben kennen wir nur als vergänglich-zeitliche Zusammenordnung gewisser artgemäß-komplexer Atomgruppen und energetischer Situationen. Störungen dieser Gruppen machen es in nichts zerfallen; ihm eine Existenz gesondert von der Materie, als deren Funktion es uns entgegentritt zuzusprechen, liegt kein Grund vor in der Erfahrung. Als präexistente Zustände finden sich bloß chemische Energie in der Nähe des Keims, die lebendige Substanz „vitalisiert" sie zu Ordnungen und Formen, welche der ererbten speziesgemäßen Reaktionsnorm entsprechen. Es gibt (vorläufig) kein Lebendiges ohne vorhergehendes Lebendiges. Den Magnetismus nehmen aber Manche als präexistent in einem gewissen Ätherzustand an; versetzt man Elektrizität in Bewegung, treten, auch ohne Stahl, magnetische Kraftlinien auf, die im vollkommenen Vakuum existieren. Auf den Magnetismus ist wiederum nichts anwendbar, was als progressive Entwicklung sich deuten ließe. Immer wieder werden wir Epigenese als Organisationsprinzip finden, nicht bloß auf körperlichem, sondern auch auf geistigem Gebiet. Diese Epigenese führt, aus inneren und äußeren Gründen, nicht zu einem bloßen Aggregat oder einer Agglomeration, sondern sie schließt die

[1]) C. F. Wolff: Theoria generationis (1759). Deutsch von P. Samassa. Ostwalds Klassiker, Nr. 84, 85. Leipzig, Engelmann, 1896. De formatione intestinorum, Petersburg 1768. Deutsch von Meckel. Halle 1812.

[2]) O. Lodge: Leben und Materie. Berlin, Curtius, 1908.

Tendenz der Individuation ein trotz der Itio in partes und trotz der gleichzeitigen Dividualität dieser Teile.

Alle realisierten persönlichen Charaktere sind Reaktionen der gesamten genotypischen Konstitution. Das einzelne Gen, getrennt von den übrigen Elementen des systematischen Komplexes, ist nicht existenz- und nicht reaktionsfähig. Aber An- und Abwesenheit eines speziellen Genes im System kann eine besondere Reaktion, resp. mehrere solche bedingen, die ganze Reaktionsnorm bestimmen, etwa wie die COOH-Gruppe ausschlaggebend ist für die Säurenatur usw[1].). Auch sind die Charaktere unabhängig voneinander vererbbar, und der individuelle Organismus ist die Summe dieser unabhängig vererbbaren, aber individuell immer wieder zum System sich schließenden Charaktere.

Wir dürfen uns allerdings von allem Anfang an keinesfalls verhehlen, daß die Analyse nach Mendelscher Art, die tatsächliche und experimentelle Hauptgrundlage unserer ganzen Auffassung, soweit sie die speziesgemäße Reaktionsnorm der Lebwesen in der Generationsfolge betrifft, bisher das Wesen der betreffenden Organisationen kaum affiziert. Der Abbau ist immer bloß ein sehr partieller, der Mendelismus trifft mehr oberflächliche Differenzen der Biotypen. „Aufmendeln" kann man eine Spezies nicht, da Art bleibt immer noch da. Da wir also nicht wissen, ob wir auf diese Weise das Tieferliegende, die (stärker abweichenden) Arten und Gattungen ihrer spezifischen Züge entkleiden zu können imstande sein werden, beruht das in dieser Abhandlung eingeschlagene Verfahren weitgehend auf Fiktion oder Hypothese. Dieses „als ob" rechtfertigt sich aber genügend aus dem seitherigen praktischen Nutzen des Mendelismus.

Die wechselseitige Ergänzung, welche nach Driesch[2]) eine Vielheit zu einem harmonischen System macht, so daß dieselbe sich zugleich wie eine Einheit verhält, macht einer rein naturwissenschaftlichen Erklärung keine Schwierigkeiten mehr, wenn angenommen wird, daß die Arteigenheit von vornherein auch die Anlagen zu den aus der Differentiation resultierenden Organspezifizitäten enthält, etwa als chemische Gleichgewichte, deren charakteristische Reaktionen vorläufig gehemmt sind[3]). Art- und Organspezifizität gehören ja, auch nach den Ergebnissen der Immunitätswissenschaft, dem gleichen chemischen Komplex, allerdings an verschiedenen Orten des Moleküls, an.

Die Artspezifizität, zusammen mit den noch darzulegenden Tatsachen und Anschauungen, betreffend Entwicklung und Wachstum, geben auch die beste Erklärung dafür, daß die bei der Vererbung wirksamen Faktoren dieselben sind wie diejenigen, welche für die Ontogenese den Ausschlag geben[4]).

Endlich sind die an die Artspezifizität geknüpften Befunde eine ausreichende Grundlage dafür, daß wir die Reizwirkungen, welche an allen Formen der lebendigen Substanz des Artexemplars als gleiche zu beobachten sind, nicht bloß rein gedanklich abstrahieren müssen.

In concreto immer an schon vorhandene vitale Struktur geknüpft, wird diese Eigenart der Spezies durch alles repräsentiert, was erfahrungsgemäß unter entsprechenden

[1]) W. Johannsen: l. c.

[2]) H. Driesch: Philosophie des Organischen. Leipzig, Engelmann, 1909.

[3]) Vgl. H. Lundegardh: Chem. physikalische Theorie des Lebens. Jena, Fischer, 1914.

[4]) J. Schaxel: Über den Mechanismus der Vererbung. Jena, Fischer, 1916.

Bedingungen ein ganzes Individuum liefern (wieder liefern) kann (Keimzelle, eventuell aber auch jede sonstige Zelle, z. B. von Begonia, ein Stück Zelleib mit Kernfragment bei Stentor, die ersten vier Blastomeren, jede Hälfte der Blastula von Echinus usw.). Darin ist, von speziellen zytologischen Beschränkungen abgesehen, die Abgrenzung der höheren Einheit festgelegt, welche für die Bestimmung der Veränderungen in allen realisierten Teilen des zusammengesetzten Organismus notwendig ist. Es ist heute, besonders durch Boveri[1]), sichergestellt, daß schon sehr früh ein Teil der Eisubstanz als Grundlage für die Keimdrüsenentwicklung des Individuums abgetrennt wird. Dieses bleibt, auch für sich an Masse zunehmend, undifferenzierte embryonale Substanz. Das Material für dieses Wachstum stammt wohl aus der Nahrung, kann aber, wie Miescher[2]) für den Lachs bewiesen hat, auch umgebautem Körpereiweiß (Muskulatur) entstammen. Die Keimdrüsen mobilisieren in dieser Zeit (Laichperiode) wohl bestimmte synthetische Fermente in ausreichender Menge, um dem Blut mehr entsprechende Bausteine zu entnehmen als andere Organe. Die Tatsachen der Artspezifizität machen es aber mehr als wahrscheinlich, daß auch die übrigen Gewebe des Körpers einen Rest von embryonaler Substanz sich erhalten (nach Art des Weismannschen Reservekeimplasmas), mit chemischen Einrichtungen für Wachstum, resp. Wiederersatz. Die von Boveri gefundene Diminution der für alle somatischen Zellen im Ascarisei bestimmten Kernschleifen, ist dahin gedeutet worden, daß den Keimzellen alle, den somatischen nur die für das betreffende Körperorgan bestimmten Kernanteile übermittelt werden. Wie dem auch sei, an der Tatsache der allen Zellen des Organismus zukommenden Artspezifizität kann nicht gerüttelt werden. Artspezifisch ist auch noch der Kern, selbst wenn bei der Differenzierung verschiedene Kerne oder verschiedene Kernsubstanzen bei derselben Spezies gebildet würden.

Da sämtliche Zellen eines Speziesexemplars, ungeachtet aller organischen Differenzierung, die artgemäß-gleiche chemische (physikalisch-chemische) Maschinerie, eben das Substrat der Eigenart, bewahren, gibt es auch gar keine prinzipielle Verschiedenheit zwischen einem einzelligen und metazoischen Organismus. Die Zellulation, wie wichtig sie morphologisch und physiologisch sonst auch sein mag, wird zu etwas Sekundärem. Eine vollständige Beantwortung aller Fragen nach Regelung der gestaltlichen und funktionellen Organisation im physiologischen Sinne ist dermalen kaum möglich. Von selbst stellt sich für unsere Betrachtung in den Mittelpunkt die Fähigkeit des Artplasmas, neues Plasma und damit neues Leben vorzubereiten und zu erzeugen durch den Metabolismus. Eine Reihe von besonderen Organisationsprinzipien, denen es zuzuschreiben ist, daß Entwicklung und Wachstum der von der elterlichen lebendigen Substanz unter gewissen Bedingungen (Zeugung, Regeneration) jeweils bis zur Vollendung resp. Wiederherstellung des artgemäßen Habitus und des entsprechenden inneren Baues, sowie einer angemessenen Funktionshöhe, immer jedoch in einer nicht unerheblichen Breite individueller Variation, geht, werden wir im folgenden kennenlernen.

Phänotypus.

2. Organische Entwicklung im weitesten Wortsinn (die körperliche und geistige Organisation) haben wir bereits ansehen gelernt, und werden es im folgenden immer mehr bestrebt sein, als Einwirkung von außen und nach außen unter Her-

[1]) Boveri: l. c.
[2]) Miescher: l. c.

stellung von Gleichgewichten; dazwischen liegt innere, zentralisierte Verarbeitung (Analyse, Eingliederung, Gestaltung), welche aufnimmt oder abstößt. Die Organe (die somatischen und die psychischen Dispositionen, Anschauungen und Denkformen) hierfür schafft sich der Anlagenbestand als System in einem artgemäßen Bildungsprozeß (Entwicklungsarbeit). Daß ein Artexemplar hinter dem anderen in der Generationsfolge immer wieder in vergleichbarer Weise die Reizkomplexe analysiert, gliedert, sich dazu orientiert und vor allem zentralisiert, und daß hier doch wiederum individuelle Verschiedenheiten zutage treten, das liegt zuletzt alles im System des Biotypus.

Trotz der Zelldifferentiation müssen wir uns vielfach auch im realisierten Phänotypus auf den Mittelwert des Gesamtorganismus beschränken. In den Erscheinungen der Ernährung, des Wachstums, vieler Anpassungen erscheint auch der entwickelte Körper als Einheit, und es ist großenteils nicht möglich, die wechselseitigen Beziehungen der Organleistung im einzelnen genauer festzustellen. Gleichwohl ist es fast selbstverständlich, daß das Ganze in dem hier gemeinten Sinn als systematischer Komplex der Gene, selbst wie es in den chemischen Reaktionsnormen der Artspezifizität und des Fermentlebens zutage tritt, nicht immer als Gesamtorganismus in Aktion zu treten braucht und treten kann. Ein Teil der hier einschlägigen Entwicklungsarbeit z. B., die Abnutzungsquote (ev. Nekrobiose) bei der Inanition, betrifft die verschiedenen Körperteile sehr ungleich. Der Anwuchs im fertigen Organismus (z. B. bei muskulärem Training) ist immer lokal. Die genotypisch angelegte Verknüpfung der vitalen Prozesse zu gemischten (physischen und psychischen Reihen) führt ganz direkt zu einer kanalisierten Verausgabung der Vorratsenergie und schützt den Organismus vor verschwenderischer diffuser Überschußreaktion und vor chaotischer Unbestimmtheit der Leistungen. Auf gewissen niederen Stufen des Lebens gehen (sekundäre) morphogenetische Restitutionen allerdings nicht bloß von bestimmten Teilen der zerstörten Organisation, wie bei den höheren Organismen, sondern von allen deren Elementen zusammen aus. Der letztere Vorgang ist „Undifferenzierung" genannt worden. Werden z. B. bei der Ascidie Clavellina die beiden Hauptteile des Körpers, der Kiemenkorb und der Eingeweidesack, voneinander getrennt, so kann immer der andere Teil in typischer Weise durch Sprossung von der Wunde aus regenerieren. Aber der Kiemenkorb kann sich auch durchaus anders verhalten, er kann seine Organisation vollständig zurückbilden, bis er eine weiße Kugel darstellt, welche nur aus zwei den Keimblättern entsprechenden Epithellagen, mit Mesenchym dazwischen, besteht, und sich dann, nach einer gewissen Ruheperiode, zu einer neuen Ganzorganisation von Clavellinaexemplar umbilden, also nicht etwa wieder bloß zu einem Kiemenkorb, sondern zu einer selbständigen Aszidie. Selbst Bruchstücke des Kiemenkorbes liefern wieder eine vollständige Clavellina. Ich führe dieses Beispiel nicht bloß an, weil es, wie Driesch mit Recht betont[1], der Weismannschen Lehre der alternativen Aufteilung der Gene strikte zuwiderläuft (vgl. S. 164ff), sondern weil hier der Genotypus als Ganzes in gemeinsamer Arbeit aller Teile Verjüngung schafft und einen neuen typischen Phänotypus realisiert. Auf höheren Stufen des Lebens tritt aber hier das originäre Ganze hinter der Differentiation zurück.

Auch gegen die Annahme kleinster Lebenseinheiten jenseits der zellulären Glie-

[1]) H. Driesch: l. c.

derung ist von unserem Standpunkt aus nichts einzuwenden. Nur muß jede dieser Lebenseinheiten das Gesetz jenes Ganzen in sich tragen.

In einem hochdifferenzierten Organismus, wie unser eigener, ist (vielleicht neben der inneren Sekretion) besonders das Gehirn- und Vorstellungsleben das, was die Beziehungen aller durch die Bedingungskonstellation realisierten Anlagen der genotypischen Konstitution, also sämtlicher Organe, zum Ausdruck bringt. Sinnesorgane und zentrales Nervensystem entwickeln sich in der Tierreihe nicht ganz parallel. Das Gehirn speziell denkt sich schon E. Mach[1]) als im gewissen Grade aller spezifischen Energien der Sinnesapparate und der Effektoren fähig, so daß, je nach der Aufmerksamkeitsstimmung, bald diese, bald jene Energie eines Organs in es hineinspielen kann. Wir werden im folgenden einen durchgreifenden Parallelismus finden zwischen der in der Physiologie mit steigendem Erfolge vorgenommenen Analyse der Gehirnfunktionen und den geistigen Phänomenen. Allen Nervenerregungen können begleitende Empfindungen entsprechen, alle rufen direkt oder indirekt, sofort oder später Bewegung hervor. Bewußtsein kann ebenfalls ein Begleiter sein. Vom Standpunkt des Naturforschers muß zugegeben werden, daß die introspektive Analyse unentbehrlich ist.

Das Gehirn ist nach allem besonders geeignet, die Korrelation zwischen den verschiedenen spezifischen Energien, resp. den verschiedenen Vitalreihen des Organismus zu vermitteln. Eine absolute zerebrale Zentralisation ist ausgeschlossen. Als Zentralorgan des sympathischen Nervensystems (beim Hund) darf das Zwischenhirn, (besonders der Hypothalamus) gelten, das verschiedene wichtige Regulationen des Organismus beherrscht, wie den Wassertransport, den Ionenverkehr, den normalen und krankhaften Wärmehaushalt, den Zuckerstoffwechsel u. a. Auch der Eiweiß- und Purinstoffwechsel reicht nachweislich in dieser Weise ins Gehirn, nach Reizung des Zwischenhirns tritt Hemmung, nach Ausschaltung Steigerung ein. Die besondere koordinatorische Bedeutung des Zwischenhirns ist noch daraus zu ermessen, daß auf der einen Seite Aufhören der Wärmeregulation vom Zwischenhirn her auch die Fähigkeit zu fiebern aufhebt, daß bei solchen Tieren Temperatursteigerung und Stoffwechselerhöhung bei Infektion miteinander unterdrückt werden können, daß aber unter gewissen Umständen diese beiden letzteren wiederum nicht miteinander gehen.

Aber auch die Teile eines und desselben Organs treten, wie ebenfalls schon Mach betont hat, durch gegenseitige Anpassung in eine Beziehung zueinander, welche jener der Teile des Gesamtorganismus analog ist; jedes Organ besitzt seine eigenen Gewohnheiten und gewissermaßen sein Gedächtnis und eine Art eigener Intelligenz. Das könne z. B. behauptet werden für die beiden Netzhäute mit ihren, von Lichtempfindungen abhängigen motorischen Akkomodations- und Blendungsapparat. So sind auch die Gesichtsphantasmen im Wachszustande selbständige, wesentlich an das Sinnesorgan selbst gebundene Gedächtniserscheinungen u. a. m. Die Pathologie weist noch viel bedeutungsvollere Spaltungen auf, ich erinnere nur an die optische, akustische Agnosie und einschlägiges Andere.

[1]) E. Mach: Analyse der Empfindungen. 5. Aufl., Jena, Fischer, 1906.

Th. Ribot: Les maladies de la mémoire. 9. Aufl., 1881. Les maladies de la volonté. 9. Aufl., 1882. Les maladies de la personalité. 5. Aufl., 1885. La physiologie des sentiments. 1896.

Entwicklungsarbeit. Dynamogenese.

3. Mit Cope[1]) betrachten wir den Organismus zunächst als Bauwerk, als Masse lebendiger Substanz (Protoplast), andererseits als Maschine, die aus Organen und Organsystemen besteht, welche vor allem zu verschiedenen Bewegungen fähig sind, die koordiniert und anpassungsfähig erscheinen. Variationen betreffen den Chemismus der lebendigen Substanz in ihrer Gesamtheit oder bloß das Zusammenwirken jener erwähnten besonderen Mechanismen. Cope unterscheidet somit die Physio- und die Kinetogenese. Zu scharf kann diese Trennung natürlich nicht ausfallen, im letzten Grunde beruhen beide selbst und ihre Modifikationen auf chemisch-physikalischen Prozessen. Vom allgemeinsten energetischen Standpunkt besorgen dieselben Kraftquellen sowohl die Dynamogenese (Bewegung, Sekretion, gewisse Stoffwechselleistungen) als die Entwicklungsarbeit: aufgenommene energiehaltige Nahrung. Die Möglichkeit hierfür ergibt sich daraus, daß in den Kohlehydraten nicht bloß das dem Organismus adäquate Brennmaterial, sondern auch ein Bindeglied zwischen den wichtigsten Nähr- und Baustoffen des Körpers gegeben ist.

Ich selbst mache einen Unterschied zwischen Kraft- und Entwicklungs- (Ernährungs-) Stoffwechsel. Liest man gewisse klinische Arbeiten, möchte man glauben, es gebe nur einen der Steigerung und Herabsetzung fähigen Stoffwechsel im Ganzen. Der Organismus wäre danach in seinen lebendigen Geweben einem beständigen, raschen Wechsel von oxydativer Zerstörung oder Neuaufbau begriffen. Dieser Wechsel wird einfach um so schneller gedacht, je höher die Kraftleistungen des Körpers, resp. die Wärmebildung sind.

In Wirklichkeit gibt es zunächst einen Stoffzerfall im Organismus, dessen Ursache die nach außen geleistete Arbeit ist. Daneben muß aber auch der Kraftbedarf für die „innere" Arbeit (Zirkulation, Atmungsbewegungen, Muskeltonus, Sekretionen usw.) berücksichtigt werden, sowie der Bedarf an Wärme zur Erhaltung der Körpertemperatur, zunächst unter normalen Verhältnissen. Die Energie, welche die Kraftleistungen dieser inneren Arbeit vermittelt, nimmt zuletzt die Form von Wärme an (wie in allen Fällen von Kraftverbrauch). Solche Wärme wird zwar vom Körper in bestimmter Weise verwertet, reicht aber normalerweise nicht aus, den gesamten Wärmebedarf des Organismus zu decken. Um nur die Eigentemperatur auf der richtigen Höhe zu erhalten, muß z. B. im Hunger durch Zerfall und Oxydation von Körpersubstanz noch ein weiterer Betrag von Wärme entwickelt werden. Die entstehende Energie tritt also in Form von Wärme aus dem Körper aus, mag sie erst zur Kraft- oder sofort zur Wärmeerzeugung dienen. Das Maß dieses oxydativen Stoffverbrauchs ist der Wärmeverlust des Organismus. Unter pathologischen Verhältnissen, z. B. im Fieber, beim Morbus Basedowii, in Fällen von Myxödem ist der Kraftstoffwechsel erhöht resp. herabgesetzt, und zwar aus inneren Ursachen. Im Fieber geht oft die Steigerung der Oxydationen und die erhöhte Körpertemperatur parallel, beim Thyreoidismus hält sich die Temperatur gewöhnlich normal.

Der Entwicklungs- (Ernährungs-) Stoffwechsel hingegen ist kein oxydativer, er entspricht dem Wachstum, der Abnutzung und dem Wiederersatz der Organe, sowie der Mast (im bestimmten Wortsinne). Der Abbau des Eiweißes verläuft im Entwicklungsstoffwechsel anders wie im Kraftstoffwechsel. Einen grundsätzlichen Unterschied zwi-

[1]) E. D. Cope: The mechanical causes of the developement of the hard parts of the Mammalia. Boston 1889.

schen Wachstum und Wiederersatz (Erhaltung) kann ich nicht gelten lassen. Es kommen nicht bloß krankhafte Ursachen in Störungen des Kraftwärmestoffwechsels in Betracht, wie Manche zu glauben scheinen, es gibt auch fehlerhafte Ernährungs- (Entwicklungs-) Vorgänge nichtoxydativer Art.

Ein vollständiges Maß für den Entwicklungsstoffwechsel bzw. ein Vergleich zwischen der Intensität desselben und derjenigen des Kraftstoffwechsels wäre nur dann möglich, wenn für die betreffenden chemischen Prozesse die erforderliche Temperatur von außen zuführbar und eine Kraftaufwendung für diese Herbeischaffung nicht nur, sondern auch für die Verdauung und Assimilierung der Nahrungsstoffe ersparbar, resp. aus dem oxydativen Zerfall der beim Ernährungsstoffwechsel erübrigten Reste zu beschaffen wäre. Durch Erhöhung der Umgebungstemperatur kann auch in der Tat Stoffverbrauch und Wärmeproduktion herabgesetzt werden. Steigt jedoch die Temperatur über 25—30° C, bleibt der Verbrauch nahezu auf gleicher Höhe stehen. Bestimmte organische Leistungen (Herz- und Atmungsbewegung, Sekretionen) lassen sich eben durch weitere Wärmezufuhr nicht vermindern, sie liefern selbst so viel Wärme, wie bei dieser Temperatur noch zur Deckung der geringen Verluste durch Abkühlung verbraucht wird. Es gibt, wie wir noch sehen werden, aber doch verschiedene Methoden zur Schätzung, z. B. des Eiweißbedarfs des Wachsenden, der Abnutzungsquote des Eiweißes usw. Die Entwicklungsarbeit im engeren Sinne (Ontogenese), im Sinne von Tangl und H. Przibram[1]), ist bisher auch bloß mehr oder weniger indirekt gemessen worden. Von prinzipieller Bedeutung ist, daß das aus den Organen abgegebene Eiweiß auch noch Bausteine für das Wachstum, bzw. den Wiederersatz anderer (oder der gleichen) Organe liefert.

Unter Mästung versteht man gewöhnlich einen Körperansatz, der zu zwei Dritteilen aus Fett, etwa zu einem Viertel aus Wasser und nur zu einem sehr geringen Teil aus N-haltigen Verbindungen (Eiweiß) besteht. Ich weise für den Normalzustand hin auf jene Eutrophie, in welcher der Körper neben einem entsprechenden Zustande aller Gewebe auch einen solchen Überschuß an (leichtzersetzlichen) Eiweiß, sowie an Glykogen, Fett, Wasser, Mineralstoffen besitzt, daß das dynamische Gleichgewicht der Auf- und Abbauprozesse und somit die Arbeitsbereitschaft auf der richtigen art- und individualgemäßen Höhe sich befinden und innerhalb gewisser Breite die Gewebe bei nicht übermäßiger Inanspruchnahme nicht sofort organisiertes Eiweiß usw. abgeben müssen.

Da hätten wir also eine genotypisch einheitliche Ganzheit und eine Korrelation im Phänotypus, welche beide nicht unauflöslich sind.

---

[1]) F. Tangl: Pflügers Arch., Bd. 93—121, 1903—1908.
H. Przibram: Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme. Leipzig, Engelmann, 1908.

Organisationsprinzipien.

A. Organisation. Konstitution.

Naturgesetze. Prinzipien.

1. Neben den Naturgesetzen, welche die Zusammenfassung einer größeren Zahl komplexer Tatsachen in einen übereinstimmenden Ausdruck ermöglichen, benützen wir auch noch das Prinzip, das als einfache, nicht weiter abzuleitende Voraussetzung der Verknüpfung von Tatsachen eines Gebietes zugrunde gelegt wird, somit selbst unmittelbar als Tatsache im Einzelfall nicht immer nachweislich, sondern bloß zu folgern, resp. zu postulieren ist[1]). Ein Prinzip ist eine in sehr allgemeinen Erfahrungen über Entwicklung, unseren eigenen Bestand als denkende, handelnde Wesen u. dgl. begründete Forderung, mit welcher wir, ehe sie Gesetz wird, an die Wirklichkeit herantreten. Aus einem Prinzip kann man nicht speziellere Gesetze ableiten. Das Prinzip ist ein Erstes, aus dem ein Anderes folgt, welches dadurch bestimmt ist; ein Erstes, das nicht das Andere braucht, dessen vielmehr letzteres bedürftig ist.

Organisation.

2. Für unsere Betrachtung ist Organisation der als System gegebene Zusammenschluß aller (strukturellen und funktionellen) Reaktionselemente aus dem Gesichtspunkte der Wechselwirkung von Erregung und Hemmung im Artexemplar. Wir gruppieren dabei alles Geschehen (formal) um den Stoffwechsel. Herkömmlich versteht man meist unter Organisation die An- und Unterordnung, welche den gegenseitigen Beziehungen der Funktion sämtlicher vereinigten Teile des Organismus entspricht, als des systematischen Ganzen, dem angehörig sie in bestimmter Weise und dauernd leistungsfähig sind. Das ist, glaube ich, im wesentlichen dasselbe. Oder: Struktur (innere Form) bezeichnet das Verhältnis der einzelnen konstituierenden Bestandteile zueinander und zum Ganzen[2]).

Wörtlich weist Organisation hin auf den Zusammenhang aus Werkzeugen, welche dem Lebensprozeß dienen. Gleichbedeutend mit Struktur der Lebewesen, im engeren Sinn mit typischer Form der Verbindung lebender Einheiten zu Komplexen höherer, galt früher und gilt für Viele noch immer die Organisation einfach als Inbegriff der Einrichtungen, welche der „Selbst"erhaltung des Organismus und seiner Teile durch den Stoffwechsel, der Vermehrung der Individuen durch die Fortpflanzung und der Veränderung der Lebwesen bei der Onto- und Phylogenese dienen. Daran hängt auch der überlieferte teleologische Charakter der herrschenden Betrachtung jener drei Gruppen von vitalen Erscheinungen.

Die Selbsterhaltung möchte ich selbst indessen lieber ersetzt wissen durch Entwicklungserhaltung, resp. durch die Stabilität in der organischen Veränderung, durch

[1]) Vgl. W. Wundt: Naturwissenschaft und Psychologie. Leipzig, W. Engelmann, 1911.
[2]) Vgl. E. Haeckel: Generelle Morphologie I, II, 1866.

das dynamische Gleichgewicht, welches eine stete Funktionsbereitschaft und eine gewisse Breite der Leistungsfähigkeit gewährleistet. Die Aktivität der lebendigen Substanz kann zuletzt keine andere Wirkungsfähigkeit sein, als was Galilei an jedem beliebigen bewegten Körper auf jedem Punkte seiner Bahn, in welchem es keine Ortsveränderung gibt, aufwies, und was als Größe in der modernen Mechanik zum Begriff Energie ausgestaltet worden ist. Das uns damit geschenkte Denkmittel der Veränderlichkeit, welches ein Ding, im Gegensatz zu Aristoteles, nicht nach Gattungsmerkmalen, sondern durch das Gesetz definiert, nach welchem es sich entwickelt, erstreckt sich auf jede Art von Veränderung. Es ist in jedem Moment am Ding die „Tendenz" zur Forsetzung. Man setzt am besten Beziehungen voraus zwischen dem abhebbaren vitalen System und einem größeren (der Natur), welchem das erstere als Teil sich eingliedern läßt. Die Überführung des organischen Gebildes aus gegebenen in z. B. gesteigerte Bedingungen jenes erwähnten dynamischen Gleichgewichts bezeichnet das Wesentliche der Anpassung, im weitesten Sinne das aller Entwicklung[1]. Alle Gleichgewichte der lebendigen Substanz können nämlich immer nur als relative angesehen werden, die, aus ehemals anderen geregelten Beziehungen hervorgegangen, mit der Zeit auch wieder variierten Bedingungen unterliegen. Nicht jedes Lebensgleichgewicht ist auch im Interesse des Organismus gelegen, erhaltungsgemäß, wie es z. B. die Weismannsche Selektion voraussetzen ließe. Wenn das genotypische System als ein Komplex von Erregungsdispositionen vorgestellt wird, persönlich realisiert im untrennbaren Zusammenhang mit dem Einfluß der zugehörigen Reize, wird natürlich dieser Einfluß wiedergespiegelt. Die erhaltungsgemäße Beziehung zwischen Organ und Funktion, insoweit sie wirklich feststellbar ist, sowie der verschiedenen Leistungen untereinander ist bereits ein mitschaffender Faktor in der verwickelten Entstehung des vitalen Systems gewesen. Die größte Zahl der von den Artexemplaren ererbten und wieder an ihre Nachkommen weitergegebenen Dispositionen sind in letzter Linie durch Reize hervorgerufene dauernde Veränderungen der organischen Substanz. Stete Arbeitsbereitschaft ist endlich gegenüber dem arbeitsunfähigen definitiv stabilen Gleichgewicht das „Unwahrscheinliche"[2], und gerade dieses letztere konnte sich bloß als verhältnismäßig haltbares, aber auch als sich beständig modelndes entwickeln. Daß verschiedene Koeffizienten des vitalen Geschehens, vor allem bei den Mammalien, die von äußeren Einflüssen weitgehend unabhängige Organisationen besitzen, so daß z. B. selbst die gelungene Transplantation eines Eies die speziesgemäße Formbildung nicht stören muß[3], im Protoplasma selbst liegen, geht aus dem Bisherigen mit ausreichender Bestimmtheit hervor. Wenn die Arbeitsfähigkeit des organischen Systems im möglichst hoch gehaltenen Abstand vom definitiv stabilen Gleichgewicht begründet ist, muß insbesondere die Freimachung aufgestapelter innerer Energie auf jeglichen Reiz als grundlegendes Merkmal erscheinen. Wiederersatz verlorenen Materials resp. alle sonstigen vitalen „Aufzugs"erscheinungen lenken unser spezielles Augenmerk immer wieder auf den Organismus für sich. Unser eigenes Triebleben zwingt uns noch mehr dazu. Von allem aber, was bisher an Adaptationen bekannt geworden ist, hat sich nichts als prinzipiell unzugänglich einer kausalen Ableitung aus den Bedingungen des organischen Systems

[1] Vgl. J. Petzoldt: Maxima, Minima und Ökonomie. Vierteljahrsschr. f. Philosophie. 1890.

[2] Vgl. M. Planck: l. c.

[3] Vgl. H. Przibram: l. c.

und dessen Beziehungen zur Lebenslage herausgestellt. Das Erhaltenbleiben der Reizbarkeit trotz Fortdauer bestimmter Reize, bzw. die Wiederkehr der Reizbarkeit, die Änderungen der Erregung und des physiologischen Zustandes können chemisch-physikalischen Gesetzen, je teilweise selbst dem mathematischen Kalkül unterworfen werden. Wenn dem gegenüber jedoch das „Selbst" bei der Stoffaufnahme, der Assimilation und Dissimilation, der Ausscheidung, dem Wachstum, der Bewegung, der Teilung und Vererbung, der Variation, den psychischen Manifestationen resp. allem „Er"leben, der Krankheit und Immunität (Heilung) zu stark betont und noch überdies das „trotz Stoffwechsel und Abänderung äußerer Umstände" einseitig hervorgehoben wird, verfallen wir schließlich in eine Art aristotelischer, rein auf Zweckmäßigkeits„gesetze" begründeter organischer Naturwissenschaft. In einem solchen, wie ich glaube nicht zutreffenden Sinn ist der Organismus, auch der menschliche, kein systematisches Ganzes. Zum größten Teil entstehen die Bedingungen für die vitalen Leistungen eben im Moment, wo die Umwelt konkurriert. Der Kampf gegen die Krankheit z. B. ist eine Anpassungserscheinung, aber die Krankheitserreger passen sich vielfach auch uns an. Das Prinzip der Relativität beherrscht auch alles Lebendige; nicht minder wie anderwärts tragen alle das Organische betreffenden Erfahrungen die Form von Beziehungen an sich. Gerade der Stoffwechsel des Lebewesens und die Abhängigkeit aller Formverhältnisse von der Leistung verschafft in der Konstellation innerer und äußerer Bedingungen ersteren die Beweglichkeit. Und nur im erwähnten Zusammenhang liegt das „Übergeordnete", dem die bloße Stofflichkeit im organischen System unterworfen ist. Durch das Molekul allein ist das Leben nicht zu erklären. Nicht nur, daß es keine lebendige Substanz von homogenen Molekulargefüge geben kann, es kommen auch einzelne molekulare Umsetzungen, völlig isoliert, im Organismus nicht vor. Niemals deckt sich die Funktion bloß mit einem einzigen spezifischen Stoffwechselglied. Stets verläuft sie vielmehr überbaut und verschränkt von und mit dem System[1]).

Gleichgewichte.

3. Die Frage nach den Voraussetzungen, welche erfüllt sein müssen, wenn im organischen System etwas geschehen soll, führen uns, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, ganz allgemein auf das Gleichgewichtsproblem. Im mechanischen Sinne spricht man — nach Galilei — von Gleichgewicht in einem System, in welchem keine Änderung mit Verminderung der Energiesumme verbunden ist (indifferentes Gleichgewicht), ja eine solche mögliche Änderung selbst eine Vermehrung bewirkt (stabiles Gleichgewicht). Das „labile" Gleichgewicht ist nichts Konkretes. In jedem System treten die Vorgänge ein, durch welche es sich dem (definitiven) Gleichgewicht nähert. Im System der Mechanik muß nach Ostwald jeder Zustand, welcher von dem des stabilen Gleichgewichts entfernt ist, zu einem gegenseitigen periodischen Umsatz zwischen Bewegungsenergie und einer anderen Energieform führen, indem das System nach Erreichung der Gleichgewichtslage diese mit der erworbenen Geschwindigkeit verläßt, bis die entstandene Bewegungsenergie durch eine entsprechende Menge der anderen mechanischen Energie verbraucht ist, worauf, wegen Störung des Gleichgewichts, dieselbe Reihe von Umwandlungen wiederum eintritt. Mechanisches Geschehen ist somit bedingt durch die Möglichkeit beim Verlassen einer gewissen Anordnung der Energie aus anderer mechanischer Energie Bewegungsenergie zu bilden. Das

[1]) Vgl. hierzu A. Cohen-Kysper: l. c.

Geschehen ist dann ein dauerndes. In concreto verliert sich allmählich der Energieüberschuß über den Gleichgewichtszustand als Wärme an die Umgebung. Endlich erfolgt der Übergang zu stabilem Gleichgewicht, das nicht verschoben werden kann, weil das System hierfür seinen Energiegehalt vermehren müßte; es geschieht dann also nichts. Die Verallgemeinerung für andere Energiearten läßt sich dahin zusammenfassen, daß Bewegungen eintreten werden, wenn überhaupt irgendwelche andere Energie sich in Bewegungsenergie verwandeln können, was wiederum voraussetzt, daß im System Bewegungen möglich sind, bei denen die Energiesumme sich zu vermindern vermag, eben um den Betrag der Bewegungsenergie. Treten andere Veränderungen als Bewegung ein, haben sie — in der Sprache der (älteren) Energetik — Unterschiede in dem als Intensität bezeichneten Faktor der anwesenden Energie zur Voraussetzung[1]). Für die trotz vorhandener Unterschiede der Intensität der im System befindlichen Energien tatsächlich zu beobachtenden Gleichgewichte spricht man von „Kompensation" der Intensitäten. Gleichgewicht ist möglich, wenn die in Betracht kommenden Energien so mit einander verknüpft sind, daß die eine nicht ohne die andere geändert werden kann (gegenseitige Koppelung der Energien). Nur solche gekoppelte Energien können sich überhaupt als räumlich gesonderte Erscheinungen „in Körpern" erhalten. Es besteht da „ein zusammengesetztes Gleichgewicht, in welchem die Intensitätssprünge der einen Form durch gleichwertige Intensitätssprünge der anderen Form kompensiert werden"[2]). Das Geschehen hängt also dann von nicht kompensierten Intensitätsunterschieden ab. Als besonders wichtig werden wir die Aufhebung dieser Kompensation durch „Auslösung" kennenlernen. Der Energieausgleich braucht, wie Ostwald sagt, Zeit, auch wenn alle Bedingungen hierfür in Einem gegeben sind. „Hierdurch kommt es, daß die Welt mit Gebilden erfüllt ist, welche vom Standpunkt der Gleichgewichtslehre sozusagen keine Existenzberechtigung haben, und daher ihre Existenz nur auf Zeit genießen." In solchen Zeitgebilden kann ein vorhandener Intensitätsunterschied einfach ablaufen (Wärmeausgleich). Oder der Vorgang setzt gering ein, um sich alsbald zu verstärken, worauf wieder der gewöhnliche Ablauf folgt (Feuersbrunst, Lawine). Oder aber, es entsteht, wie bei einer Kerzen- oder Lampenflamme, ein stationärer Zustand. Dieser unterscheidet sich vom stabilen dadurch, daß bei letzterem ein Energiewechsel nicht vorhanden ist, während bei jenem, nach geringen Anfängen, der Vorgang längere Zeit auf gleicher Höhe sich hält, bis endlich wieder Abschwächung erfolgt. Beim stationären Zustand folgt also ein Energiewechsel mit konstanter Geschwindigkeit, solange die erforderlichen Energiemengen zur Verfügung stehen[3]). Regulierungen sind es, welche diesen Zustand ermöglichen (z. B. Kapillarwirkung im Docht der Lampe usw.). Zeitliche Verschiebungen dieser Regulierung (z. B. in der Kerzenflamme: Schmelzen des Stearins) bewirken ein regelmäßiges Schwanken um eine mittlere, also nicht mehr eine streng konstante Geschwindigkeit, sondern wiederum einen periodischen Wechsel. Die Notwendigkeit dauernder Energiezufuhr unterscheidet diese letzteren periodischen Erscheinungen, z. B. von der Pendelschwingung. Periodische Änderungen in stationären Zuständen, wie sie von gegenseitigen zeitlichen Verschiebungen der miteinander verbundenen Vorgänge herrühren, dauern nur so lange,

[1]) Vgl. W. Ostwald: Naturphilosophie. 3. Aufl.

[2]) W. Ostwald: l. c.

[3]) W. Ostwald: l. c.

„als der Energieüberschuß besteht, durch den sich der stationäre Zustand hält“[1]). Ostwald weist nun darauf hin, daß stationäre Erscheinungen im bestimmten Sinn gerade die energetische Form des Lebens sind. Der Organismus ist ein System, dessen verhältnismäßige Beständigkeit auf der Ausbildung regulierter stationärer Zustände beruht. Der Energiestrom ist die Bedingung der „Selbst“erhaltung, welche nur darin besteht, daß die Organismen nicht ebenso einfach aus einem ersten in einen zweiten Zustand, wie umgekehrt übergehen, immer aber rezeptiv je nach eigener und Umgebungsbeschaffenheit. Eine vorwiegend aktive Reaktion ist überhaupt nur möglich, wenn das System seine stationäre Beschaffenheit aufrecht erhält, indem es nicht kompensierte Intensitätssprünge durch beständige Nachlieferung der zerstreuten Energie erhält. Die Regulierung muß unter Wirkung des Energieverbrauchs die Zuführung weiterer Energie so beeinflussen, daß immer annähernd der gleiche Zustand erhalten bleibt. „Sowie nun diese gegenseitige Bedingtheit nicht völlig gleichzeitig ist, treten Schwankungen um einen mittleren Zustand, d. h. periodische Änderungen desselben ein. Demgemäß finden wir, auch abgesehen von den durch den Wechsel der Tages- und Jahreszeiten bewirkten äußeren Perioden überall bei den Organismus innere Perioden verbreitet, die aus der angegebenen Quelle stammen“[2]). Daß die Organismen sich der notwendigen Energievorräte, welche das dynamische Gleichgewicht bedingen, selbst bemächtigen, beruht, wie wir schon gesehen haben (vgl. oben S. 12) und noch sehen werden, auf der afferenten Rückwirkung der effektorischen Reizerfolge, welche die Reflexe zu zirkulären Vorgängen gestaltet. Reizerfolge, dessen Rückwirkung das dynamische Gleichgewicht fördert, werden festgehalten und wiederholt, der Organismus sucht „aktiv“ die zum Leben unmittelbar notwendigen Reize zu erlangen.

4. Die Gesamtheit der Organisationsverhältnisse hat man Konstitution genannt (vgl. oben S. 69). Konstitution.

Konstitution setzt Konstituenten voraus, denn Konstitution bedeutet ganz allgemein Zusammensetzung, Einrichtung, Anordnung, Verfassung. Man kann nun sehr verschiedenartige Konstituenten ins Auge fassen. Unsere funktionelle Betrachtungsweise führt uns, wie schon oft betont, immer wieder auf Erregung, Erregungsausgleich und Hemmung als Hauptleistung des Lebens zurück, wir beurteilen auch Konstitution und Konstuenten vor allen in diesem Zusammenhang.

Exakte Grundlagen besitzt die Konstitution (Konfiguration) in auch sonst für uns vorbildlichen Wissenschaften, in Chemie und physikalischer Chemie. Die Chemie des Moleküls[3]) macht die Beurteilung seiner Reaktionsfähigkeit (seines chemischen und physikalischen Verhaltens) mit abhängig von seinem Bau. Letzterer ist Inbegriff dreier Faktoren: der chemischen Zusammensetzung, der chemischen Konstitution, d. h. der Art der Atomverkettung, und der Konfiguration, i. e. speziell der räumlichen Anordnung der Atome. Dabei wird die Dynamik, gegenseitige Verwandlung der Körper, Reaktionsgeschwindigkeit, Gleichgewichte umfassend, der Statik, eben der Konstitutionsbestimmung, vorangestellt.

Wollten wir in der klinischen Pathologie, soweit es unser Sondergebiet gestattet,

[1]) W. Ostwald: l. c.

[2]) W. Ostwald: l. c.

[3]) Vgl. z. B. vant Hoff: Vorlesungen über physikalische und theoretische Chemie. 2. Aufl. Braunschweig 1901.

also nur entfernt, analog vorgehen, so könnte eine Konstitutionslehre bloß auf feststellbare und festgestellte Beziehungen zwischen der sehr komplexen Organisation des Körpers, resp. der Körperteile und deren Verhalten, auf die Beziehung zwischen, wie im Vorhinein stark betont werden muß, gesetzmäßig wechselnden Zustands- und Vorgangseigenschaften begründet werden. Unter allen überhaupt möglichen Behandlungsweisen rückte damit eine Konstitutionspathologie an die letzte, den Abschluß aller in der allgemeinen und speziellen Krankheitslehre stellbaren Aufgaben bezeichnende Stufe.

Als Problem der allgemeinen Pathologie wird die Konstitution gewöhnlich definiert als eine dem Individuum vererbt oder erworben eigentümliche, ebensowohl morphologisch wie funktionell analysierbare, so gut aus dem Verhalten bestimmter Einzelfunktionen, wie aus der Summe körperlicher und seelischer Zustands- und Leistungseigenschaften sich ableitende Beschaffenheit, besonders in Hinsicht auf Beanspruchbarkeit, Widerstandskraft (Krankheitsbereitschaft), Verjüngungsfähigkeit und Lebenszähigkeit des Organismus. Hüten muß man sich davor, die Konstitution einzuschränken auf Krankheits*disposition*, wie dies noch vielfach geschieht. Da man immer wieder Konstitutions*anomalien* behauptet hat, oder doch ein konstitutionelles Moment in Krankheiten, muß eine Durchschnitts- oder eine variierte Konstitution schon vor der Krankheit dagewesen sein, resp. da sein können. Immer aber hat man am präzisesten die Konstitution aus funktionellen Gesichtspunkten verstanden, und zwar als originäre oder modifizierte Anlage, auf äußere Einflüsse in bestimmter individuell abweichend charakterisierter Weise zu reagieren, als Reaktionsnorm im Verhalten gegenüber Reizen. Durch diese Auffassung nähern wir uns am meisten dem Paradogma des chemischen Konstitutionsbegriffs[1]).

Nicht genug kann betont werden, daß dem Konstitutions- und Dispositionsbegriff ein funktioneller Gehalt gegeben werden und daß er für jeden Einzelfall, sei es experimentell, sei es durch besondere Daten klinischer Beobachtung eine gesicherte Grundlage erhalten muß. Auf diese Weise werden beide Begriffe gegeneinander abgrenzbar werden[2]). Mit der scheinbaren Exaktheit mathematischer Formeln ist da nichts zu beweisen. *Hueppe* erklärte die Krankheit K als ein Produkt von Disposition P, Reiz R und Außen- (Neben-) Bedingung (A): $K = P.R.A.$, v. *Strümpell*: $K = \frac{S}{W}$ (S = Ursache, W = Widerstand). *Graul* verlängert diese Gleichungen für die Erkenntnis des „Krankheitsgeschehens"[3]). Damit ist nicht einmal ein bestimmter Hinweis auf die Forschungs*richtung* gegeben, da die erwähnten Faktoren völlig leer an Tatsachen und voraussichtlich für die einzelnen Krankheiten ganz verschiedenen Inhalt haben werden. Selbst die Ansätze müssen vermutlich verschieden sein. Man hat der Bakteriologie im Beginn einen überspannten Ätiologismus vorgeworfen. Seither hat die Immunitätswissenschaft uns das Exakteste gelehrt, was wir in betreff der Disposition und der Widerstandsfähigkeit wissen. Mit dem Wort „Organschwäche" ist auch nicht viel gesagt. Einige spezielle Beispiele mögen zeigen, wie wir, immer mit Bezug auf die eigenartigen

[1]) Vgl. auch O. *Lubarsch*: Jahreskurse für ärztliche Fortbildung, Januarheft 1915.

[2]) Vgl. *Lubarsch*: Ergebnisse I, Abt. I, 1895.

[3]) G. *Graul*: Deutsche med. Wochenschr. 1917, Nr. 49ff.

Verhältnisse des gegebenen Sachverhalts, die allgemeine Richtung für die Forschungsarbeit finden können und finden.

Tuberkulose-immunität.

Das Tuberkuloseexperiment hat mit der daraus hervorgegangenen funktionellen Betrachtungsweise Ätiologie, pathologische Anatomie und Klinik dieser Krankheit erst in Einklang gebracht. Danach ist alles tuberkulös, was der Tuberkelbazillus im tuberkuloseempfänglichen tierischen Organismus an Reaktionen auslöst, z. B. auch die positive Pirquet-Probe bei Invasion der Bazillen ohne auffindbare Krankheitsprodukte. Die anatomischen Krankheitslokalisationen sind ebenfalls Reaktionsergebnis, ihre Polymorphie bedeutet für die biologische Methode keine Schwierigkeit. Der Obduktionsbefund und das Tuberkuloseexperiment beweisen zusammengenommen, daß jeder Mensch zur Tuberkulose „disponiert" ist, und daß wohl bei der Überzahl der Städtebewohner die Erstinfektion in die Kindheit fällt. Die Kümmerform des extremen Hochwuchses ist an sich keine Disposition, die Angustie der obersten Rippenringe steigert, wie die Versuche Bacmeisters zeigen, bloß eine schon natürlich vorhandene gesteigerte Lokaldisposition der Lungenspitze. Bei den Lymphatischen wiederum ist nur die Verlaufsweise der Tuberkulose eine andere. Daß, wie Weichselbaum und Bartel geglaubt haben, bei oraler Einbringung (Kaninchen) von Tuberkelbazillen diese in größerer Menge durch die Darmwand dringen und lange Zeit völlig reaktionslos in den Mesenterialdrüsen liegen bleiben können (Latenz), ist mit Grund bezweifelt worden. Aber auch Orth denkt an eine Invasion von Bazillen mit folgen der Tuberkulinreaktion ohne Krankheitsprodukte. Neben dem tuberkulösen Primäraffekt (Herd in der Lunge entfernt von der Spitze, unter der Pleura, Affektion der regionären Lymphknoten, fokale Perilymphadenitis) entwickelt sich diese Allergie (Tuberkulinempfindlichkeit). Allergie ist bloß Arbeitsbereitschaft. Die Allergie kann hinüber führen ebenso zur Resistenz, wie zur Wehrlosigkeit. Die Tuberkulose ist ein Prozeß, der nur unter Umständen als progrediente Krankheit sich erweist. Daß ein irgenwie vorgefundenes Krankheitsprodukt tuberkulös ist, läßt sich nur bakteriologisch, resp. durch das Impfexperiment nachweisen. Gleichzeitig mit dem Primäraffekt und der Allergie entsteht ferner gewöhnlich auch eine Immunität ganz eigentümlicher Art gegen Reinfektion[1]. Immer mehr erkennen wir, daß die Tuberkuloseentstehung aufs engste

[1] R. Koch: Deutsche med. Wochenschr. 1890, 1891, 1897, 1901. Britischer Tuberkulosekongreß, ebenda, 1901, 1902 (internat. Tub.-Konferenz). Ztschr. f. Hygiene, 51 Bd., Nr. 5. Deutsche med. Wochenschrift 1906 (Nobelvorlesung). Zeitschr. f. Hygiene, 67 Bd.

Cornet: Tuberkulose, 2. Aufl. Wien, Hölder, 1908. Handb. der pathogenen Mikroorganismen, Bd. V., Jena 1912.

Petruschky: Weichardts Ergebnisse I, 1914.

H. v. Behring: Therapie d. Gegenwart, 1904. Behring-Werk-Mitteilungen, H. I. Berl. klin. Wochenschr. 1903, Nr. 11. Ther. d. Gegenwart 1907. Kongr. d. Naturforscher, Kassel 1903. Deutsche med. Wochenschr. 1904, Nr. 6.

Orth: Sitzber. Kgl. preuß. Akad. d. Wissensch., 16. Jan. 1913. Berl. klin. Wochschr. 1902, Nr. 30. Berliner klinische Wochenschrift 1918.

Römer: Brauers Beiträge, 22. Bd., 1912. Deutsche med. Wochschr. 1914, Nr. 11.

Hamburger: Wiener klin. Wochenschr. 1911, Nr. 24. Münch. klin. Wochenschr. 1915, Nr. 2. Brauers Beiträge, 32. Bd. 1914.

Bartel: Wiener klin. Wochenschrift 1905, ibid. 1909.

Bartel-Neumann: Ctrbl. f. Bakter., 48. Bd., 56 Bd.

Kraus-Groß: Centrbl. f. Bakter.-Ref., 42. Bd. 1908.

Kraus-Hofer: Deutsche med. Wochenschrift 1912, Nr. 26.

zusammenhängt mit einer selbständigen Abwehrbewegung des Körpers, der beim Menschen im Zusammenhang mit der Infektion ohne fremde Hilfe natürlich erworben wird. Ganz allgemein gibt es ja auch eine angeborene Tuberkuloseimmunität. So sind z. B. Warmblüter- gegen Kaltblütertuberkelbazillen, Rinder gegen Menschentuberkelbazillen geschützt usw. Da ist eine vorherige „Berührung" mit dem Erreger nicht nötig. Völlig unempfänglich sind die betreffenden Tierarten für die genannten Bazillen nicht, denn es lassen sich durch ihre Einspritzung Immunkörper erzeugen. Auf Organismen einer ungeschützten Art läßt sich der Schutz nicht übertragen. Es handelt sich eben um eine Eigenartsimmunität, der wir hier zum erstenmal begegnen. Der mit dem Primäraffekt erworbene „Durchseuchungsschutz" z. B. des Menschen ist trotzdem auch eine Immunität. Ihr ist der im allgemeinen chronische Verlauf der Krankheit zu danken. Die individuelle Bekämpfung der Krankheit besteht in dem Bestreben, künstlich mit unschädlichen fremden Stoffen dasselbe zu erzielen (Tuberkulintherapie). Die Behringsche Rindertuberkulinschutzimpfung ist der sichere Beweis einer künstlich erzeugten Immunität, ohne das Tier tuberkulös krank zu machen. Im Blute befindliche Abwehrstoffe sind nicht die einzigen, welche die Tuberkuloseabwehr bewirken. Die Gewebsimmunität (welche man auch Zellimmunität genannt hat) spielt hier wesentlich mit. Wichtige klinische Begriffe sind aus den durch das Tuberkuloseexperiment gewonnenen Feststellungen abzuleiten, z. B. das Verhältnis von Tuberkuloseansteckung und Tuberkuloseerkrankung, Tuberkuloseentstehung, prognostische Typen der Tuberkulose, die Durchbrechung der Immunität u. v. a. Gleichwohl wächst demgegenüber die Zahl der pathologischen und klinischen Tatsachen, welche auch der vorausgehenden Konstitution (Disposition) eine gewisse Bedeutung verschaffen [1]).

Hermaphroditismus.

Ein völlig andersgeartetes Beispiel von konstitutioneller Variation ist der Hermaphroditismus verus. Ich führe dasselbe hier an, um zu zeigen, wie hier genotypische Momente und Modifikation ursächlich in Betracht kommen, und wie schwierig die Entscheidung hierüber fällt. O. Hertwig [2]) faßt den sexuellen Dimorphismus als Geschlechtsvarianten auf, weil die männlichen und weiblichen Individuen einer Art größere gestaltliche Unterschiede aufweisen können, als Vertreter verschiedener Gattungen und Familien, so daß nur der Nachweis gemeinsamer Abstammung beim Zeugungsakt die Zugehörigkeit zum Formenkreis der Art entscheidet und erst durch

Kraus-Volk: Ctrbl. f. Bakteriologie, 47. Bd. Beiheft. Wiener klin. Wochenschr., Nr. 19.
Kraus-Löwenstein-Volk: Deutsche med. Wochenschr. 1910, Nr. 48.
Kretz: Brauers Beiträge, Bd. 12.
Löwenstein: Handb. d. pathogenen Mikroorganismen, Bd. V. Jena 1912.
L. Rabinowitsch: Deutsche med. Wochenschr. 1913, Nr. 3.
Reiche: Münchn. med. Wochenschr. 1911, Nr. 38. Med. Klinik 1916, Nr. 40.
Kleinschmidt: Deutsche med. Wochenschr. 1914, Nr. 22.
Selter: Deutsche med. Wochenschr. 1916, Nr. 10.
Much: Immunitätswissensch. 2. Aufl., Würzburg. Jahreskurse f. ärztl. Fortbild. 1915, Okt. Deutsche med. Wochenschr. 1914, Nr. 11. Tuberkuloseimmunität, Handb. der Tuberkulose Brauer, Schröder, Blumenfeld I, 1913. Brauers Beitr., 4. Bd., Suppl. Münch. med. Wochenschr. 1912, Nr. 13. Tuberculosis 1913.

[1]) Vgl. Aschoff: Ztschr. f. Tuberkulose, 27. Bd., 1917.
F. Kraus: ebenda, 19. Bd., H. 5.

[2]) O. Hertwig: Allg. Biologie. 4. Aufl. Jena, Fischer. Werden der Organismen, ibidem, 1916.

Vereinigung ihrer Merkmale der volle Artbegriff zustande kommt. Diese Zusammengehörigkeit macht es auch verständlich, daß beide Geschlechter mit ihren Charakteren in einem und demselben (tierischen und pflanzlichen) Individuum vereint vorkommen. Von Gonochorismus spricht man, wenn die Geschlechter auf ein männliches und weibliches Individuum getrennt sind, das erwähnte Vereintsein heißt Hermaphroditismus.

Für Hertwig sind Samen- und Eizelle „arbeitsteilig" gewordene Lebenseinheiten mit artgleicher Konstitution des Idioplasma; er rechnet deshalb das Geschlecht nicht zu den erblichen Eigenschaften, sondern läßt es durch Lebenslagefaktoren bestimmt sein (Modifikation, Kondition). Er verweist auf die Drohnen, die aus unbefruchteten und die Arbeitsbienen (Königin), welche aus befruchteten Eiern hervorgehen: es könne nicht an einem Gen liegen, daß einmal die Eizelle befruchtet wird, das anderemal nicht. Auf die Ausbildung der sekundären Geschlechtscharaktere übt die hormonale Korrelation unzweifelhaft wichtige Einwirkungen aus. Daß das Geschlecht experimentell auch durch äußere Faktoren beeinflußbar ist, dafür sprechen gewisse an Tieren gemachte Erfahrungen (Ernährungs-, Temperaturverhältnisse, Reife, Überreife des Eies usw.[1])).

Dem gegenüber gewinnen die sog. Geschlechtschromosomen, wie wir noch hören werden, eine immer größere Bedeutung, man darf wohl schon sagen, daß ein ganz bestimmtes Chromosom Träger eines geschlechtsbestimmenden Faktors ist. Man könnte nun allerdings die Beschaffenheit der Chromosomen noch als sekundären Geschlechtscharakter ansehen wollen[2]). Da sich aber die Stimmen mehren, welche den Geschlechtsunterschied als selbständigen, unabhängig von den übrigen vererbten, mendelnden Grundunterschied bezeichnen, müßte doch ein primärer Geschlechtsunterschied lokalisiert im Idioplasma angenommen werden. Da ist nur mehr ein Schritt zur Verlegung des entsprechenden Gens in das Geschlechtschromosom.

Die Lehre von den Heterochromosomen beruht darauf, daß bei der Spermiogenese vieler (der meisten?) Insekten zwei Arten von Samenfäden gebildet werden, welche sich dadurch von einander unterscheiden, daß eine derselben ein Chromosom mehr besitzt (Geschlechtschromosom). Aus dem ruhenden Kern der Spermatozyten entsteht eine unpaare Zahl von Chromosomen. Bei den mit beiden Reifeteilungen ablaufenden zwei Karyokinesen erhalten von den vier aus einer Spermatozyte hervorgehenden Spermatiden bloß zwei ein Teilstück vom Heterochromosom, die beiden andern nicht. Je nachdem nun die Eier von einem Samenfaden mit oder ohne Geschlechtschromosom befruchtet werden, entwickeln sich aus denselben weibliche oder männliche Individuen[3]). Das betreffende Chromosom ist dann natürlich in allen Zellkernen der realilsierten Person vorhanden.

Der Zwitterzustand git für viele Forscher als der primäre (Pflanzen!). Bei den Tieren besteht aber vorwiegend Geschlechtstrennung. Die meisten zwitterigen Tiere werden erst sekundär wieder zwitterig[4]). Diese sekundäre Zwittrigkeit ist nach

[1]) R. Hertwig: Biolog. Zentralbl., 32. Bd., 1912.
[2]) E. Baur: Exp. Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin, Bornträger 1914.
[3]) E. Wilson: Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 77, 1911.
[4]) E. Baur: l. c.

Correns[1]) etwas grundsätzlich Verschiedenes von der primären. Boveri[2]) erklärt nun das Mosaik dieser Zwitter daraus, daß in einem ursprünglich weiblich bestimmten Embryo früher oder später asymmetrische Mitosen aufgetreten sind, durch welche jeweils der einen Tochterzelle bestimmte, ihr rechtmäßig zukommende Chromosomen vorenthalten wurden; aus diesen Zellen gehen dann männliche Teile hervor. Beim Hermaphroditismus verus z. B. des Gimpels[3]) findet sich auf der einen Körperseite ein Hoden, auf der andern das Ovarium, und die entsprechenden Körperhälften weisen typisch männliches und weibliches Gefieder auf, welche Gefiederarten ohne jeden Übergang in der Mittellinie des Körpers abschneiden. In diesem Falle wäre die asymmetrische Teilung auf das Zweizellenstadium zurückzuverlegen. Handelt es sich auch um ein „Regulations"ei, ist, nach Roux und Driesch[4]), doch zu unterscheiden zwischen prospektiver Potenz, dem unter Umständen möglichen Schicksal, und prospektiver Bedeutung, der Aufgabe in der normalen Entwicklung. Letztere ist für jede Blastomere des Zweizellenstadiums die, eine Körperhälfte zu bilden, (und nur, etwa bei Isolierung von der anderen, eine Ganzbildung zu produzieren). So entspricht die erste Furchungsebene des Eies der Medianebene. Die Hormone der beiden verschiedenen Keimdrüsen des Zwitters, welche die als Artmerkmale schon vorhandenen sekundären Geschlechtscharaktere zur vollen geschlechtsdimorphen Ausbildung bringen, bleiben natürlich nicht bloß in einer Körperhälfte stecken, sie werden mit dem Blut an allen Zellen des Körpers vorbeigeführt. Aber die inneren Sekrete des Hodens „passen" bloß für die männlichen und viceversa.

Jene aus der sehr alten geschichtlichen Entwicklung des Gegenstandes[5]) herausgehobene Begriffsbestimmung der Konstitution, die gewiß etwas Vages hat, gewinnt ferner sofort schärfere Ansichten, einerseits nach den speziell ins Auge gefaßten Konstituenten von Organisation und Konstitution, andererseits nach genetischen, histophysiologischen und rein physiologischen Einzelfragen betreffend die systematische Vereinigung derselben vor allem auch auf Grund des Genotypus. Sollte eine solche Diskussion die ältere Konstitutionsauffassung völlig in deskriptiv oder exakt faßbare Teilprobleme auflösen, so wäre dies unter bestimmten Voraussetzungen ein Gewinn. Der wichtigste wäre die bessere Möglichkeit, auf diesem Gebiet positiv pathologische und klinische Arbeit leisten zu können, d. h. sich nicht mehr begnügen zu müssen mit einer Terminologie der „Organschwäche" und sich dadurch für alle Zukunft abzufinden mit dem Mangel jeglichen Maßstabes.

B. Morphologische Konstituenten der Organisation und einschlägige Organisationsprinzipien.

Selbstdifferenzierung.

1. An die Spitze möchte ich den Satz stellen, daß auch alle Form und Struktur des Organismus für sich allein tot ist. Das Leben erfordert eine ganze Reihe zusammenwirkender Konstituenten in der Organisation: Struktur, Eiweiß- und Kernstoffe, Lipoide, Enzyme und Katalysatoren überhaupt, An- und Kationen, Wasser, Sauer-

---

[1]) C. Correns: Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. Berlin, Bornträger, 1907.

[2]) Th. Boveri: Entstehung maligner Tumoren. Jena, Fischer, 1914.

[3]) Poll: Sitzb. d. Ges. naturf. Freunde 1909, Nr. 6.

[4]) H. Driesch: l. c.

[5]) Vgl. M. Neuenburger: Ztschr. f. angew. Anatomie u. Konstitutionslehre I, 1. Heft, 1913.

stoff und vielleicht noch andere. Deren spezielle Bedeutung ist begründet in ihrer Teilnahme an der Erregung, dem charakteristischsten Zeichen des Lebens. Wie wichtig insbesondere speziell der Bau der Zelle sein mag, ihre Struktur kann völlig normal erscheinen, und doch ist bei Mangel schon an bestimmten Ionen der Erregungsprozeß ausgeschlossen. In der Leibessubstanz spielen neben dem Protoplasma auch die paraplasmatischen Bildungen, die Reserven und das innere Medium eine fürs Ganze mit entscheidende Rolle.

In alledem liegt keine Unterschätzung der morphologischen Struktur. Wiederholt ist bereits betont worden, daß das Idioplasma in concreto immer an eine solche geknüpft vorgefunden wird. Die Tatsachen der Entwicklung würden unverständlich ohne dieselbe. Schon in der ungefurchten Eizelle muß eine bestimmte und gesetzmäßige topische Anordnung und Verteilung der Plasmabestandteile angenommen werden[1]. Auch die organische Funktion der höheren Tiere scheint ohne dauerndes „Gerüst" unmöglich.

Die momentane wissenschaftliche Situation der Biologie entspricht einer Übergangsphase. Äußere Form ist nicht mehr das allein Entscheidende. Die Organisatorik fängt an, das Hauptgewicht zu verlegen auf die automatischen Regulationsvorgänge für individuelle Entwicklung, Variation, Wachstum und Fortpflanzung[2]. Die Physiologie der Formbildung hat, abgesehen von der Natur der formbildenden Kräfte, eine ganze Reihe spezieller gleichberechtigter Fragen vor sich: Spezifizität, Individuation, Differenzierung, Wachstum, Formgleichgewicht, Sexualität[3].

Was die Differenzierung im besonderen betrifft, interessieren uns für die folgenden Betrachtungen in hohem Maße Selbstdifferenzierung und Entwicklungsreiz. Selbstdifferenzierung der Eizonen scheint festgestellt. Wenn z. B. schon die Beine der Vollfrösche unfähig sind, auch nur distale Glieder zu reproduzieren, und wenn diese auch nicht seitens des Rumpfes wieder gebildet werden können, so weist dies auf eine Entstehung auch der Extremitäten durch Selbstdifferenzierung und auf ein weitgehendes Aufgebrauchtsein der entsprechenden Embryonalregion. Damit ist allerdings nicht wahrscheinlich, daß bereits die erstmalige Entwicklung des Bildungsmaterials auf Selbstdifferenzierung beruht[4].

Formative Reizung[5], wie sie neben der funktionellen und nutritiven besonders von Virchow betont worden ist, muß als Anregung zur Entwicklung betrachtet werden. Paradigma ist seit jeher das Ei. J. Loeb nimmt an, daß bei letzterem ein Stoff der Rindenschicht (Lipoid) gelöst (oder gefällt) durch ein zytolytisches Agens und damit ein Eiweißkörper imbibitionsfähig gemacht wird. Alles, was die Zytolyse (ohne den gleichen Vorgang im Zytoplasma) hervorbringt, wirkt entwicklungserregend. Im Spermatozoon z. B. ist ein Lysin vorhanden, welches die Lösung nur der Rindenschicht bewirkt. Einen ähnlichen Einfluß üben auch die niedrigsten Fettsäuren. Vielleicht ist gerade das Lipoid eine die Emulsion (Protoplasmastruktur)

[1]) C. Rabl: Morph. Jahrb., 5. Bd.
A. Fischel: Arch. f. Entwicklungsmechanik, 15. Bd., 190.
[2]) Vgl. J. Loeb: Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig, Barth, 1906.
[3]) Vgl. H. Przibram: Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme. Leipzig, Engelmann, 1908. Physiologie der Formbildung. Handb. der vergl. Physiologie III, 2.
[4]) Vgl. H. Braus: Entstehung der Nervenbahnen. Leipzig, Vogel, 1912.
[5]) R. Virchow: Virchows Archiv, 14. Bd., 1858.
J. Loeb: Wesen der formativen Reizung. Berlin, Springer, 909.

stabilisierende Substanz. Ein zweiter nötiger Eingriff ist die kurze Behandlung des Eies mit einer sauerstoffhaltigen hypertonischen Lösung, oder mit Seewasser. Das Spermatozoon trägt auch die zweite Substanz ins Ei. Das Eindringen des Spermatozoons ruft im Ei des Strongylocentrotus purpuratus (einem Seeigel) sofort eine Membranbildung hervor, indem die Oberflächenlamelle vom Zytoplasma abgehoben wird. Obige Eingriffe bewirken eine künstliche Bildung dieser Befruchtungsmembran ohne Schädigung des Eies. Auch die künstliche Membranbildung ruft beim unbefruchteten Seeigelei nach wenigen Stunden die Bildung normaler Astrosphären und Spindeln hervor. Die Aneinanderlagerung und Verschmelzung des Sperma und Eikerns hat mit der Entwicklungserregung nichts zu tun (künstliche Parthenogenesis).

Die Entwicklung unter dem Einfluß äußerer Faktoren bezieht sich im übrigen besonders auf die inhärente Polarität der Wachstumsrichtung (Oral-, Wurzelpol) und das eventuelle Hervortreten der entgegengesetzten Polcharaktere. Wir verdanken G. Schöne eine Zusammenstellung der Tatsachen, welche dafür sprechen, daß auch Tiere ähnlich wie die Pflanzen polardifferenziert sind, besonders mit Rücksicht auf die Transplantation[1]). Vöchting fand bei Pfropfungen als grundlegende Voraussetzung für das Gelingen aller Transplantationsversuche, daß die von Pflanze auf Pflanze übertragenen Glieder oder Gewebsstücke normale Stellung erhalten. Vöchting sieht darin auch den Beweis für die erbliche Polarität der Pflanzenzelle (in longitudinaler und radialer Richtung): sie hat ein verschiedenes oben und unten, einen Sproß- und Wurzelpol, ein verschiedenes vorn und hinten, eine verschiedene rechte und linke Hälfte. Auf Rabls Beweismaterial für die Polarisiertheit der tierischen Zelle soll hier nicht eingegangen werden, erwähnt sei nur, daß Rabl ausdrücklich diese Polarisiertheit nicht in gestaltlichen Dingen ausgeprägt findet. Viele Tiere haben jedoch Eigenschaften, welche direkt mit der pflanzlichen Polarität zu vergleichen ist. Bei zahlreichen bilateral gebauten Tieren ist Kopf- und Schwanzende unterschieden, bei solchen mit starkem Regenerationsvermögen tritt nach Durchschneidung des Rumpfes in der Querrichtung der Ersatz als Ergänzung des Teilstückes entsprechend der angenommenen Polarität des Individuums ein (Protozoen, Hydra, Lumbricus). Aber Umkehrung gelingt häufig (vgl. S. 9[2])). Nach Schöne haben die Chirurgen bisher bei höheren Tieren und beim Menschen nicht beobachtet, wenigstens bei Transplantationsversuchen mit Haut, daß eine (Kopf-, Schwanz-) Polarität sich störend geltend macht. Damit ist natürlich Polarität überhaupt auch bei höheren Tieren noch nicht ausgeschlossen. Ist doch polare Regeneration auch hier (Amphibien) die Regel. Wo Polarität eine Rolle spielt, gibt wohl immer die Induktion im genotypischen System den Ausschlag (vgl. oben S. 9ff.).

Zellulation.

2. Die heutige Morphologie wendet sich einer bestimmten abhängigen Differenzierung, derjenigen der Zellbestandteile (abhängig, weil für Formerhaltung und Regeneration z. B. der Protozoen der Kern notwendig ist), ganz ausschließlich zu. Zellen und Zellulation gelten mindestens als elementare Organisationsbildner. Der zusammengesetzte Organismus soll ein Aggregat solcher „Lebenseinheiten"

[1]) G. Schöne: Heteroplastische und homöoplastische Transplantation. Berlin, Springer, 1912. H. Vöchting: Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen 1892.

[2]) E. Korschelt: Regeneration u. Transplantation. Jena 1907. Med. naturwissenschaftl. Arch. 1908. Verhandl. deutsch. zoolog. Ges. 1906.

sein. Das heißt, die an den ganzen Organismus geknüpften Leistungen verlaufen eigentlich und bloß in den Einzelzellen und nur durch sie. Allenfalls sind die Zellen selbst wieder Produkte einfacherer, aber ebenfalls mit lebendiger Struktur versehener Bildner. Die Verwandlung toter in lebendige Materie, bzw. die Überführung einer in eine andere Art wird auch als Problem abgelehnt. Die Physiologie hat sich allerdings dieser Auffassung durchaus nicht immer in allem angeschlossen.

O. Hertwig[1]) und G. Haberlandt[2]), welche die doppelte Stellung der Zelle als Elementarorganismus und als determinierter und integrierter Teil eines übergeordneten Organismus ausdrücklich hervorgehoben haben, sind die Vermittler einer neuen Auffassung, nach welcher, je weiter Entwicklung und Wachstum der höheren Lebewesen gediehen sind, desto mehr an Stelle von Zellen auch die paraplasmatischen Substanzen an Formbildung und Funktion (Reizleitung, Bewegung) sich beteiligen[3]).

Die Differenzierung der lebendigen Substanz in Kern und Zytoplasma und weiterhin in gesonderte Zellterritorien sind schon Organisationsprinzipien verschiedener Ordnung. Synzytien, Muskelfasern, Bindegewebsbündel usw., kurz, ungleichwertige Formbestandteile kommen hinzu.

Driesch, Lillie und Godlewski[4]) haben experimentelle Belege für den Organismusstandpunkt, der wenigstens für die Klinik vielfach einzunehmen ist, beigebracht. In der Ontogenese, selbst auf den frühesten Entwicklungsstufen bei künstlich gehemmter oder vollständig unterdrückter Zelldurchschnürung, können sich typische Formen und Differenzierungen herausbilden. Driesch hat gezeigt, daß der abgeschnittene Kiemenkorb von Ascidia clavellina lepidiformis (eine hochorganisierte Seescheide) mit seinen neun Kiemenspaltenreihen sich, unter Verlust aller äußeren Organisation, in einen kugeligen Körper zurückbildet, von welchem aus, nach einer Ruhezeit, die völlige Neuorganisation unter Bildung einer kleinen Aszidie erfolgt. Selbst die obere, untere, oder auch eine seitliche Hälfte des Korbes liefert in derselben Weise eine entsprechend verkleinerte Ganzbildung. Lillie fand, daß bei Eiern von Chaetopterus, die er einige Zeit in mit Kaliumchlorid versetztes Seewasser gebracht hatte, eine Weiterentwicklung ohne Zellteilung erfolgte. Es bildeten sich Vakuolen im Ektoplasma, wie sie sich sonst erst im Ektoderm herstellen. Sogar die einzelnen Regionen einer Trochophorenlarve kamen zur Entwicklung, d. h., ohne daß das Ganze sich in einzelne Zellen aufteilte, fand eine Differenzierung zu Organen und spezifischen Bildungen statt.

Haberlandt[5]) weist auf die chlorophyllhaltigen Pallisadenzellen hin, welche einerseits in ganz besonderem Maße der Gewebskultur fähig sind (in geeigneten Nährlösungen wochenlang fortleben, assimilieren, wachsen) und andererseits Form- und Leistungselemente des phanerogamen Laubblattes darstellen. J. Sachs[6]) glaubt, daß das Wachstum und die Körperform durch bestimmt gerichtete Protoplasma-

[1]) O. Hertwig: Zelle und Gewebe. Jena, Fischer, 1893. Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Ebenda 1912.

[2]) G. Haberlandt: Physiologische Pflanzenotomie. 3. Aufl. Leipzig 1909.

[3]) F. Schenck: Physiologische Charakteristik der Zelle. Würzburg 1899.

H. Friedenthal: Verworns Zeitschr. f. allg. Physiologie, Bd. I.

M. Heidenhain: Plasma und Zelle I. Jena 1907.

[4]) H. Driesch: Verhdl. d. 5. intern. Zoolog. Kongr. Jena 1902. Physiologie der tierischen Form. Ergebn. d. Physiol. V, 1906.

[5]) Haberlandt: l. c.

[6]) J. Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882.

strömungen zustandekommen. Die Zellplatten, resp. die Anlegung der Scheidewände zwischen den neuentstandenen Zellen erfolge rechtwinklig zur Richtung jener Strömung und zum intensivsten Vegetationsdruck. Da hätten wir erstlich ein allgemeineres Organisationsprinzip als dasjenige der nach Zellen getrennten Territorien gesonderter lebendiger Substanz und zweitens eine formbestimmende Rolle des im Anlagenbestand gegebenen Ganzen.

Solche Beobachtungen verringern nicht im mindesten den morphologischen und physiologischen Wert der Zelle und der Zellulation. Aber sie weisen, mit anderen Tatsachen, darauf hin, daß die multizelluläre Aufteilung des Eies eines der Organisationsprinzipien unter anderen ist[1], und daß neben dem zellulären besonders der Organismusstandpunkt berechtigt scheint.

Entwicklungsarbeit.

3. Wichtig ist speziell für unsere Betrachtung der von Tangl und H. Przibram[2]) eingeführte Begriff der Entwicklungsarbeit, sowie das Formgleichgewicht und die Kombination im Sinne des letztgenannten Forschers.

Da die Kohlehydrate nicht bloß das dem Organismus adäquate Brennmaterial, sondern auch das Bindeglied zwischen den wichtigsten Nähr- und Baustoffen des Körpers sind, da also dieselben Energiequellen Bewegung und Wachstum versorgen, ist die energetische Anschauungsweise auch für die Entwicklungsarbeit berechtigt. Besonders Rubner[3]) hat sich in neuerer Zeit eingehend damit befaßt. Unter bestimmten Bedingungen scheint auch eine direkte Bestimmung der Entwicklungsarbeit (im engerem Sinne bei der Ontogenese) möglich.

Für die Formgestaltung gibt es, nach den einschlägigen Auseinandersetzungen H. Przibrams[4]), ebenfalls Kräfte, welche der ausgleichenden Wirkung des Oberflächenspannungsdruckes entgegenwirken: die spezifischen Wachstumskräfte. Da letztere nach verschiedenen Richtungen verschiedene Größenwerte besitzen, erzeugen sie mit dem widerstrebenden Oberflächenspannungsdruck verschiedene Formen. In einer erreichten bestimmten Form heben sich alle diese Richtungen mit den Oberflächenspannungsdrucken gerade auf. Der Oberflächenspannungsdruck wächst mit der Zunahme der Krümmung der Oberfläche, er ist bei kleineren Tropfen größer, ebenso bei stärker gekrümmten Ecken. Wird dieses Gleichgewicht z. B. durch Abschneiden eines Stückes der Wachstumsstrecke gestört, so sinkt der neue Oberflächenspannungsdruck entsprechend der Entfernung der Stellen seiner stärksten Entfaltung. Infolgedessen muß die neue Wachstumsgeschwindigkeit des wiederwachsenden Teils größer als die alte sein. H. Przibram konnte tatsächlich die Regeneration als eine Beschleunigung des normalen Wachstums erweisen. Er drückt dieselbe zahlenmäßig durch das Verhältnis von Regenerations- und normaler Wachstumsgeschwindigkeit aus. Der Quotient nimmt bei zunehmender Größe des Regenerates ab. Da nur eine begrenzte Stoff-, also auch eine gegebene Energiemenge zur Verfügung steht, und da das Wachsende mit anderen Teilen des organischen Systems im Zusammenhang (Induktion) steht, so kann eine Zunahme der Wachstumsgeschwindig-

[1]) Vgl. auch E. Albrecht: Frankfurter Ztschr. f. Pathologie, I. Bd. 1908.

[2]) Vgl. F. Hofmeister: Kohlehydratstoffwechsel der Leber. Berlin, Urban-Schwarzenberg, u. Wien, 1913.

[3]) M. Rubner: Problem der Lebensdauer und seine Beziehungen zu Wachstum und Ernährung. München u. Berlin, Oldenbourg, 1908.

[4]) H. Przibram: l. c.

keit einesteils, wenigstens z. B. bei Hungertieren, bloß auf Kosten einer Verkürzung des Wachstums anderer Teile eintreten, der regenerativen Beschleunigung entspricht eine korrelative Verzögerung des übrigen Wachstums. Die Wachstumsgeschwindigkeit der anderen Teile kann sogar negativ werden (vgl. oben S. 10).

Dementsprechend komplizieren sich die Formbildungsprozesse des lebenden Körpers überhaupt im Zusammenhang mit dem fortwährenden Ersatz abgenützter Teile (physiologische Regeneration), wodurch die Wachstumsgeschwindigkeit herabgesetzt wird. Das Verhältnis zwischen Wachstum, physiologischer und akzidenteller Regeneration illustriert Przibram am Beispiel der sich häutenden Tiere. Die Häutungsgeschwindigkeit bei Krustazeen nimmt mit zunehmender Verletzungsgröße (Amputationen u. dgl.) zu. Während der Wachstumshöhe ist normalerweise die Ersatzgeschwindigkeit größer als die Verlustgeschwindigkeit. Beider Differenz ergibt die Wachstumsgeschwindigkeit. Es muß Fälle geben, wo der Verlust (durch Amputation usw.) soviel Material beansprucht, daß trotz Verkleinerung der Anfangsmasse doch keine Erhöhung der Ersatzgeschwindigkeit zustande kommen kann.

Organbildung und Wachstum sind vielfach überhaupt besser in Regenerationsexperimenten als am Ei zu untersuchen. Folgen wir dem Gedankengang von Child[1], so müssen wir auch die Zeugung ganz und gar als Folge der Entwicklung auslösenden „Isolation" gewisser Teile des Organismus aus dem Zusammenhang seiner Totalität ansehen. Isolation äußere sich nämlich immer und überall in Entfaltung der „Bildungskraft", verschieden je nach Beschaffenheit der isolierten Organismuskomponenten und je nach dem Isolierungsgrad. In ersterer Beziehung ist entscheidend die Totipotenz des Isolierten. Die Entwicklung eines höheren Organismus aus den Geschlechtselementen, die Entstehung eines jungen Individuums aus einem Stolostücke bei den Aszidien, Regeneration eines neuen Hydraorganismus aus der Knospe oder einem künstlich hergestellten Fragment, Wachsen der seitlichen Zweige bei Verminderung der Tätigkeit des Hauptvegetationspunktes (Verletzung, Eingipsung) einer Pflanze fallen damit unter denselben Gesichtspunkt. Die Regeneration stellt ja nach allgemeiner Auffassung bloß eine Spezialform des Wachstums vor. Bei der normalen Fortpflanzung wird sich allerdings Mancher stoßen an der „Verstümmelung", welche gewöhnlich den Anlaß der Regeneration im engeren Sinne bildet. Leider ist gerade bei den Säugetieren die Regeneration nach Verletzungen fast nur auf Gewebsdefekte beschränkt[2]).

Die Kombination betrifft die nicht vom Geschlechte abhängenden Verschiedenheiten der von einem Elternpaare abstammenden Kinder. Die Erklärung liegt in der Vererbung, auf welche wir später zu sprechen kommen werden und zum Teil in der Lebenslage.

Protoplasma ein physiologischer Begriff.

4. Es soll wirklich auch ein homogenes Protoplasma geben[3]). Dieses wäre der einfachste Zustand der lebendigen Substanz. Dann folgt Bütschlis Schaumstruktur. Der dritte Zustand wäre der bleibend differenzierte (Fibrillen usw.). Für uns ist der Protoplasmabegriff natürlich physiologischer Natur[4]), denn die Zusammensetzung,

[1]) C. Child: Physiologische Isolation von Teilen des Organismus als Auslösungsfaktor der Bildung neuer Lebewesen und der Restitation. Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik, H. 11, 1911.

[2]) A. Bier: Deutsche med. Wochenschrift 1917, 1918.

[3]) E. B. Wilson: The Cell in Development and Inheritance, II. Ed. New York 1900.

[4]) Vgl. hier und vielfach für das folgende: M. Heidenhain: Plasma und Zelle, I. Jena 1907.

der biologische Zustand und die Struktur im weitesten Wortsinn sind wichtiger als die spezielle organisatorische Tendenz zur Zellbildung. Was von der ganzen Zelle gilt, muß vielfach auch schon auf die lebendige Substanz überhaupt übertragen werden.

Die elementaren Teile, aus denen ein physikalisch-chemisches System sich aufbaut, heißen (nach Gibbs[1]) seine Phasen. Alle diese sind in sich homogen, bzw. sie besitzen in ihren mechanisch trennbaren Teilen gleiche chemische Zusammensetzung und dieselben physikalischen Eigenschaften. Protoplasma und Zelle sind in diesem Sinne, wie Zwaardemaker[2]) ausführt, ein System koexistierender Phasen im heterogenen Gleichgewicht. Ein heterogenes Gebilde ist die lebendige Substanz, insofern sie aus kolloiden Membranen verschiedener Durchlässigkeit, Hydrosolen, Hydrogelen, Salzlösungen usw. besteht. Für die organischen Reaktionsgeschwindigkeiten kommt deshalb auch besonders der Einfluß der Begrenzungsoberflächen in Betracht. Die kolloide Struktur des Protoplasmas bringt es mit sich, daß die chemischen Prozesse an relativ sehr großen Oberflächen vor sich gehen, was einen beschleunigenden Faktor bildet. Den Hydrosolen sind überdies selbst Oberflächenwirkungen zuzuschreiben. Für die nicht an der Grenzfläche der reagierenden organischen Substanz befindlichen Anteile ist, nach Nernst[3]), die Diffusionsgeschwindigkeit der Stoffe der wichtigste regulierende Faktor. Die van't Hoffschen Grundsätze von der Reaktionsordnung sind deshalb nicht ohne weiteres auf heterogene Systeme zu übertragen. Das im plasmatischen System ausgedehnte semipermeable Gerüst befindet sich stets infolge des osmotischen Innendruckes in einem bestimmten Tonus. Für die Diosmose spielt das Henrysche Verteilungsgesetz eine Rolle. Im kolloiden System des Protoplasmas können Kolloide durch Kolloide ausgefällt werden. Überführung in besondere Gelzustände ist mit gewissen speziellen organischen Funktionen eng verknüpft. Die Zustandsänderungen der komplexheterogenen Plasmasysteme sind durch die Eiweißkörper (Verbindungen derselben mit Wasser, Elektrolyten und Nichtelektrolyten, mit in Wasser nicht löslichen Verbindungen wie Lecithin, Cholesterin, Fett, z. B. Lecithalbumine, Nukleo-, Glykoproteide) allein nicht bedingt. Die Sauerstoffaktivierung z. B. hängt am stofflichen Verband des ganzen Protoplasmas, nicht am Eiweiß[4]). Der Antigencharakter wiederum ist besonders an letzteres geknüpft. Das große Eiweißmolekül mit seinem amphoteren elektrischen Charakter erleidet durch verschiedene Prozesse, die, allerdings mit gewissen chemischen Umwandlungen einhergehend, keine durchgreifende Abweichung der Struktur bewirken, im physikalisch-chemischen Zustand Veränderungen, welche sich verschiedentlich geltend machen („Zustandsspezifizität[5])). Neben den Proteinen kommen im Protoplasma vor allem die Lipoide in Betracht. Diese sind besonders an der Struktur desselben beteiligt. Man hat gesagt, das Protoplasma sei eine Emulsion von Lipoiden und Eiweißstoffen. Es gibt eine vom Lipoid ab-

---

[1]) Vgl. J. W. Gibbs: Thermodynamische Studien, 1876—1878, dtsch. v. W. Ostwald. Leipzig 1892.

[2]) Zwaardemaker: Ergebnisse der Physiologie, V, 1906,
Rhumbler: Protoplasma als physikalisches System. Wiesbaden 1914.
H. v. Halban: Chemisches Gleichgewicht, Handb. der Naturwissensch., II. Bd. Jena 1912.

[3]) W. Nernst: Theoretische Chemie. 7. Aufl. Stuttgart, Enke, 1913.

[4]) Vgl. F. Tangl: Handbuch der Biochemie, III. Bd., 2. Hälfte. Jena 1909.

[5]) Vgl. E. P. Pick: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. 2. Aufl. Bd. I. Jena, Fischer, 1912.

hängige Strukturspannung[1]), lipoidlösende Verbindungen bewirken deshalb Volumvergrößerung.

Von größter Bedeutung ist auch die Anwesenheit gewisser Anionen und Kationen. Die vitalen Prozesse (nervöse Erregung, Bewegung, Zelldurchlässigkeit, Entwicklung) dauern (vorübergehend) fort, wenn Explantate in Lösungen gehalten werden, die, frei von organischen Stoffen, bestimmte Ionen enthalten. Jedes einzelne Ion besitzt eine besondere Funktion. Alles Funktionieren ist Folge des Erregungszustandes. Unter den Bedingungen für das Zustandekommen der Erregung (wenigstens der elektrischen, die sich von der durch natürliche Reize hervorgerufenen Tätigkeit nicht unterscheidet) spielen wiederum die Ionen der tierischen Zellen und Säfte eine maßgebende Rolle. Das Auftreten von Konzentrationsunterschieden ist bestimmend für Erregung und tierische Elektrizität. Natürlich ist das protoplasmatische Gefüge beteiligt. Aber wenn die Ionen fehlen, wird die Erregung unmöglich, auch wenn die mikroskopische Struktur völlig intakt ist. Das Nernstsche Erregungsgesetz[2]), welches aussagt, daß der ein tierisches Gebilde erregende Schwellenreiz proportional ist der Quadratwurzel aus der Wechselzahl des Wechselstroms, beruht darauf, daß durch Wechselströme Polarisationen, Anhäufungen entgegengesetzt geladener Ionen an Elektroden, resp. an Membranen, wie sie in der Struktur der lebendigen Substanz sich finden, zustandekommen. Die ebenerwähnte Beziehung kennzeichnet die Stromstärke, welche eben genügt, um Polarisation, d. h. kleinste Konzentrationsunterschiede der Ionen an den Grenzflächen im tierischen Gewebe zu erzeugen. Jene Konzentrationsunterschiede sind nun eben „erregend".

Engster Zusammenhang von Struktur u. Funktion.

5. Eine Entscheidung der Frage, ob die Struktur zuerst und die Funktion später war, oder ob Funktion die Struktur gebildet hat, ist in dieser Form nicht notwendig. Hingewiesen sei im Zusammenhange damit auf die Organisation gewisser Protisten, z. B. der Rhizopoden, welche gewissermaßen nicht dauernd vorhanden ist, sondern aus „formlosen" Protoplasma nach Bedarf hergestellt wird. Nachher werden die Organe wieder aufgelöst[3]). An anderer Stelle wird Analoges angeführt werden bei viel höher stehenden Organismen, den Appendikularien (vgl. S. 243). Sicher ist, daß in gewissem Betracht gleichartige, in vielen anderen Beziehungen speziesgemäß differente lebendige Substanz von allem Anfang an unter dem Einfluß von Reizen gestanden hat. Änderungen des physiologischen Zustandes, welche wir auf allen Stufen des Lebens als Grundlage der Regulationen finden, bedeuten immer auch Änderungen der Organisation, besonders wenn Entwicklungsarbeit daran beteiligt ist.

Ganz bestimmt besteht ferner zwischen Form und Funktion und zwischen Funktion und Entwicklung engster Zusammenhang und Wechselwirkung. Rabl[4]) betont mit Recht, daß nur selten funktionelle Abänderungen ein einziges Organ des Körpers allein ergreifen. In den meisten Fällen hat die Abänderung des einen Organs eine solche anderer und oft aller im Gefolge (Koadaptation). Das geht meiner Mei-

[1]) Vgl. S. v. Provazek: Physiologie der Einzelligen. Leipzig u. Berlin, Teubner 1910. Vgl. dagegen Ruhland: Handwörterbuch der Naturwissenschaften. X. Bd. Jena 1915.

[2]) Vgl. W. Nernst: Handbuch der gesamten medizinischen Anwendungen der Elektrizität. I. Bd., 3. Abschn. (dort die einschlägige Literatur).

[3]) v. Üxküll: Umwelt und Innenwelt der Tiere. Berlin 1909.

[4]) C. Rabl: Züchtende Wirkung funktioneller Reize. Leipzig, Engelmann, 1904.

nung nach auf die genotypische Konstitution zurück. Zahlreiche Erbeinheiten können erfahrungsgemäß ein einziges realisiertes Merkmal beeinflussen, aber auch ein und dasselbe Gen äußert sich in ganz verschiedenen Eigenschaften. Infolgedessen hängen letztere kausal zusammen. Man denke an Eigenschaftskomplexe, die, erblich, auf einem bestimmten Hormon beruhen (Schilddrüse, Hypophyse[1])). Lebensweise und Verhalten einer Organismenart spiegeln sich tatsächlich im Bau eines jeden seiner Organe wieder. Rabl zitiert als Beispiel die Schwalbe. Er verfolgt die Anpassung bis in die Zelle hinein. Geradezu den letzten Grund aller Korrelation sucht Rabl in der Lebensweise, welche die Gesamtfunktion des Organismus zum Ausdruck bringt. Auch die Entwicklung eines Tieres findet dieser Forscher nur verständlich im Hinblick auf die künftige Funktion. Die phyletische Weiterbildung der Funktion eines Organs, z. B. der hinteren Extremitäten der Frösche und Kröten, ändert sogar die Reihenfolge seines Auftretens in der Ontogenese. Die segmentale Körpergliederung erfolgt sonst von vorn nach hinten fortschreitend, bei den anuren Amphibien geschieht dies umgekehrt, Die Vogelaugen sind schon in frühen Entwicklungsstadien auffallend groß, beim Maulwurf sind sie von Hause aus rudimentär angelegt. Die Entwicklung der Korrelation wird ebenfalls nur begreiflich durch die künftige Funktion. Ein selbsttätig lebensfähig gemachter menschlicher Embryo der 6. Woche müßte infolge Kampfes zwischen seinen Organen alsbald doch zugrunde gehen. Man wird Rabl beipflichten dürfen, wenn er zur Erklärung einen Reiz annimmt, welchen die Funktion des entwickelten Tieres (auf dem Wege der inneren Sekretion) auf die Keimzellen übe, welch letztere mit Veränderung, resp. Anpassung antworten. Damit stellen wir uns (vgl. S. 233) auf die Seite Virchows gegenüber Weismann[2]). Die Affektion der Keimzellen muß sich nachträglich ausprägen in der Art der Entwicklung der Organanlagen und Organe.

Schon Pflüger[3]) hat die „Überkompensation" des Verbrauches bei verstärkter Funktion hervorgehoben. Diese Überkompensation ist, wie Rabl zeigt, in der Entwicklung eine zelluläre. Wenn aber ganz im allgemeinen gewisse Organanlagen durch eine größere Zellenzahl sich auszeichnen, als im entwickelten Körper bestehen bleiben, kann man doch nicht immer an Überkompensation in diesem Sinne denken. Eine solche Auffassung ist nur möglich, wo die Zellenzahl der embryonalen Anlage parallel der phyletischen funktionellen Weiterbildung wächst. Wenn aber überall, z. B. bei der Entwicklung des Zentralnervensystems, mehr Zellen gebildet werden, als später wirklich zur Verwertung kommen, wenn die Proliferation hier eine so lebhafte ist, „daß zahlreiche Zellen in der Reihe ihrer Genossen keinen Platz finden, so daß sie ausgeschieden werden in die Höhle des Gehirns und Rückenmarks und dort zugrunde gehen", so kann man allenfalls an eine Selektion im Rouxschen (Konkurrenz-) Kampf der Teile im Körper denken, immer aber liegt die Aufassung näher, daß hier der Organismus als Ganzes sich der Zellen bedient.

Ganz allgemein bekundet sich der Zusammenhang zwischen Bau und Leistung darin, daß beide, Struktur und Funktion, durch fortschreitende Differenzierung entstehen, die Komplikation der Tätigkeiten hält im allgemeinen gleichen Schritt mit der Verwicklung des Körperbaues. Hier wie dort vollzieht sich ein Übergang

[1]) E. Baur: l. c.

[2]) R. Virchow: Virchows Arch., 103. Bd., Heft 1.

[3]) Pflüger: dessen Archiv, 15. Bd., 1877.

vom Unbestimmten und Gleichartigen zum Bestimmten und zu Ungleichartigkeit. Jede Entfernung von Teilen ändert auch den Funktionszustand des Organismus. Endlich geht die psychische Entwicklung ebenfalls mit der anatomischen parallel.

Gewebliche Änderungen, resp. Schädigungen können fördernd und hemmend für bestimmte Funktionen werden.

So erweist sich z. B. eine grundlegende Funktion in der Ontogenese völlig parallel mit der Strukturentwicklung. Nach Warburgs Feststellungen[1]) schnellt sofort zu Beginn der Furchung die Atmung des Eies enorm in die Höhe. Zertrümmerung der Zellen pflanzlicher und tierischer Organe setzt die Organisation stark herab. Daß z. B. eine Fermentreaktion in der Zelle, wo sie, einem vitalen System eingegliedert, den nötigen stationären Energiestrom liefert, anders verläuft und reguliert ist, als losgelöst von der lebendigen Substanz im Laboratorium, ist wohl verständlich. Solche Differenzen ergeben vergleichende Untersuchungen über die Leistung der Hefezellen und der isolierten Zymase. In ersteren sind Bedingungen gegeben, welche, im Rahmen anderer chemischen Prozesse, den Zuckerabbau regeln. In der Zelle ist die Zymase selbst an bestimmte Stoffe gebunden, so daß eventuell die Wirkung gesteigert wird. Weiterhin machen sich Oberflächenwirkungen geltend, in die Zellstruktur dringt der Zucker anders ein usw.[2]). Die erwähnte Gebundenheit der Fermente ist besonders wichtig. Rubner[3]), welcher die Menge des vergorenen Zuckers bei der Alkoholgährung feststellte und die entwickelte Wärme bestimmte, mußte, weil er fand, daß die Hefe überhaupt keine andere Wärme bildet, als sich aus der Zuckerzerlegung ableiten läßt, schließen, daß der Zucker teilweise auch durch den Lebensprozeß selbst zerlegt wird. Tatsächlich ist auch nie soviel Ferment vorgebildet, als zur Zerlegung des von der lebendigen Hefe faktisch zerlegten Zuckers notwendig wäre. Wir werden auch später noch öfter zu der Ansicht gelangen, daß Idioplasma und freies Ferment zusammenwirken. Auch bei der Immunität werden wir Analogien finden. Überall aber, wo die Arteigenheit (das Idioplasma, die genotypische Konstitution) in die Reaktion einbezogen wird, die wir ja immer an organischen Strukturen (im weitesten Wortsinn) geknüpft vorfinden, kann es zu geweblichen Produktionen kommen. Die Entwicklung tuberkulösen Gewebes z. B. ist im wesentlichen nichts anderes, als was um einen, durch vorbereitete freie Fermente (im Blute befindliche Abwehrstoffe) nicht zu beseitigenden, Fremdkörper sich abspielt. Zelluläre Immunisierungsvorgänge sind solche des spezifischen Idioplasmas, das wir nicht an das morphologische Schema der Zelle gebunden zu denken haben, wenn wir es auch in concreto immer in geformter lebendiger Substanz finden. Letztere enthält als chemisches System Gruppen, welche freien Fermenten analog wirken. Es braucht kaum gesagt zu werden, daß die Reaktion auch nicht etwa an die fixe histioide Struktur, in welcher sie sich abspielt, sondern in letzterer Linie an die chemische (physikalisch-chemische) ge-

[1]) O. Warburg: Wirkung der Struktur auf chem. Vorgange. Jena 1913. Ergebnisse d. Physiol. XIV, 1914.

Palladino: Ztschr. f. physiol. Chemie, 47. Bd. 1906.

Thumberg: Skand. Arch., XXII, 1909.

Batelli v. Stern: Biochem. Ztschr., 21. Bd., 1909; 34. Bd., 1911.

[2]) Vgl. E. Abderhalden: Lehrbuch der physiol. Chemie II. 3. Aufl. 1915.

[3]) Buchner-Hahn: Zymasegährung 1903.

M. Rubner: Arch. f. Hygiene, 49. Bd., 1904; 50. Bd., 1906

bunden ist. Im folgenden werden wir überdies zu einer sehr weitherzigen Fassung des Strukturbegriffs gelangen. „Zelluläre" Immunität erscheint demnach als Arteigenheitsimmunität. Blut- und Zellimmunität wirken zusammen, ebenso wie überhaupt Ferment und Eigenart in Beziehung stehen, man denke z. B. an die „Verdauungs"leukozytose u. a.

Auch die pathologische Morphologie bekundet in der Gegenwart, wie wir sehen werden, ein gesteigertes Interesse an dem funktionellen Bau der Zelle. Besonders ist die Kenntnis der Zelleibstruktur in Hinsicht auf Organellen, welche dem Stoffwechsel dienen, gefördert worden[1]).

Um nur einige wenige besonders sinnenfällige Beispiele anzuführen, erwähne ich den Verbrauch der Nisselschen Körper bei der Funktion der Nervenzellen, die verschiedene Bewegung des Wassers bei den zwei Arten von Muskelfasern während der Kontraktion, die Bildung der Drüsensekrete aus sichtbar zu machenden stofflichen Elementen der tätigen Zellen, das geschlechtsbestimmende Chromosom.

Der Nachweis normaler Zellbestandteile, wie des Kochsalzes, der Salzsäure, der phosphorsauren Salze, des Harnstoffes, der Harnsäure und Purine gelingt mit von Leschke[2]) ausgearbeiteten Methoden überall dort, wo diese Bestandteile in stärkerer Konzentration auftreten, wie das vor allem in den drüsigen Organen (Nieren, Leber, Magen) der Fall ist. In den Nieren finden sich alle harnfähigen Stoffe ausschließlich in den Zellen der Hauptstücke, d. h. der gewundenen Harnkanälchen und der Übergangsstücke zu den absteigenden breiten Schleifenschenkeln, die funktionell zu den gewundenen Kanälchen gehören (Aschoff, Suzuki, Fahr), also an der gleichen Stelle, wie die Fahrschen Sekretgranula. Auch bei starker Mehrbelastung erfolgt die Ausscheidung der normalen Harnbestandteile wie der körperfremden Salze lediglich durch das spezifische sezernierende Epithel der Hauptstücke, die somit die Konzentration des Harns bewirken. In gleicher Weise geht aus Leschkes Untersuchungen hervor, daß sie auch die Verdünnung des Harns unter die Blutkonzentration besorgen. In der Leber findet sich der Harnstoff auf der Höhe der Verdauung sowie nach Einführung von harnstoffbildenden Stoffen in den Leberzellen. Der Übertritt des Harnstoffes in das Blut wird reguliert durch die Kupferschen Sternzellen, die sich im Stadium der Harnstoffausschwemmung aus den Leberzellen als stark harnstoffhaltig erweisen. Sie dienen demnach nicht allein als Schlammfang für körperfremde Stoffe, sondern regulieren auch den Übertritt der körpereigenen Stoffwechselprodukte, und mildern dadurch die starken Schwankungen des Stoffwechsels, die durch Einschwemmung größerer Harnstoffmengen in das Blut auf einmal erzeugt werden. In der Magenschleimhaut finden sich Salzsäuregranula lediglich während der Magenverdauung in den Belegzellen, niemals in den Hauptzellen. Im nüchternen Zustand fehlen sie auch in den Belegzellen, sind

[1]) Benda: Verhandl. der deutschen pathol. Ges., 17. Tag. 1914.
Ernst: ibid.
J. Arnold: Anatom. Anzeiger, 43. Bd.
B. Lindgons: Allg. Biologie von Chun-Johannsen 1915.

[2]) Leschke: Histochemische Untersuchungen über die Funktion der Niere und Leber. 31. Kongreß f. inn. Med. Wiesb. 1914. Histochemische Untersuchungen über die Harnstoffbildung in der Leber. Zf. f. exp. Path., Bd. 16. 1914. Untersuchungen über den Mechanismus der Harnabsonderung in der Niere. Zf. f. Klin. Med., Bd. 81, H. 1. 1914. Untersuchungen über die Funktion der Niere. Münch. med. Woch. 1914, Nr. 27.

also nicht präformiert, sondern werden erst durch die zur Absonderung des Magensaftes wirksamen Reize gebildet.

Das Maß an Arbeit, z. B. Muskelarbeit, welche der Organismus verrichten kann, ist nicht einfach durch die Menge der Nahrung, resp. deren Inhalt an nutzbarer Energie bestimmt. Das Muskelsystem muß auch entsprechend gut anatomisch entwickelt sein. Der Schwächliche leistet bei derselben Nahrung weniger, als der Kräftige. Muß ein Individuum mit noch entwicklungsfähiger Muskulatur dauernd anstrengende Muskelarbeit verrichten, gewinnen die in Anspruch genommenen Muskulaturen an Masse: es kommt zum Fleischansatz, besonders wenn die Nahrung ausreicht[1]).

Schon Lamarck[2]) sagte: Bei jedem Tiere, welches das Ziel seiner Entwicklung noch nicht überschritten hat, stärkt der häufigere und bleibende Gebrauch eines Organs dasselbe allmählich, entwickelt und vergrößert es und verleiht ihm eine Kraft, die zur Dauer dieses Gebrauches im Verhältnis steht, während der konstante Nichtgebrauch eines Organs dasselbe allmählich schlechter macht, seine Fähigkeiten fortschreitend vermindert. Pflüger[3]) spricht sich folgendermaßen aus: „Es ist eine Tatsache, daß bei größerem Verluste infolge verstärkter Arbeit solche Bedingungen entstehen, denen zufolge immer etwas mehr wieder gewonnen wird, als verloren ging. Denn der anhaltend stärkere Gebrauch eines Organs läßt dasselbe an Masse und Kraft zunehmen." Den eindringlichsten Beweis für die „funktionelle Anpassung" aber liefern die seit 1880 fortgesetzten umfassenden Darlegungen und Experimente von W. Roux[4]) über qualitative und quantitative Veränderung von Knochen, Bindegewebe, quergestreiften und glatten Muskeln, Drüsen, Nerven, Gefäßen.

Roux hat zwei Grundgesetze der funktionellen Anpassung aufgestellt, ein physiologisches, nach welchem stärkere Funktion die qualitative Beschaffenheit der Organe ändert, indem sie die spezifische Leistungsfähigkeit derselben erhöht, und ein morphologisches, welches besagt, daß stärkere Funktion das Organ nur in denjenigen Dimensionen vergrößert, welche diese stärkere Funktion leisten. In betreff der Muskeln wird der Unterschied gemacht zwischen der Überwindung eines größeren Widerstandes in der Zeiteinheit und größerer Dauerarbeit. Nur im ersteren Falle (Höchstleistungen im Beruf, Sport) sieht man hypertrophierte Muskeln, bei Dauer-

[1]) W. O. Atwater und Benedikt: Exp. on the metabolismus etc. Washington 1899.

W. Caspari: Arch. f. ges. Physiol., 83. Bd. 1901.

K. Bornstein: ibidem 83. 1901.

Külbs: Arch. ex. Path. Pharmac, 55. Bd. 1906. Verhandl.-Kongreß inn. Med. München, 1906. Über den Einfluß der Bewegung auf die Entwicklung innerer Organe, 2. Aufl. Hannover, Schaper, 1910.

Grober: Wiener med. Wochenschr. 1914, Nr. 7. Zentralblatt f. ges. inn. Medizin 1907, Nr. 26. Arch. f. exp. Path. Pharmac 9, 1908.

[2]) J. Lamarck: Zoologische Philosophie 1809. Deutsch von Arnold Lang, 1876.

[3]) Pflüger: dessen Archiv, 15. Bd., 1877.

[4]) W. Roux: Der Kampf der Teile im Organismus. Leipzig 1881. Selbstregulation der „morphologischen" Länge der Skelettmuskeln. Jen. Ztschr. f. Naturwissenschaft. N. F. 92. 1883. Beschreibung und Erläuterung einer knöchernen Kniegelenksankylose. Arch. An. Phys. An. Abt. 1885. Gesetz der Transformation der Knochen. Berl. klin. Wochschr. 1893. Funktion, Anpassung in Eulenburgs Realenzyklop. Jahrb. 4, 1894. Zusammenfassg., Gesammelt. Abhandl., Bd. 1, Ztschr. orthop. Chirug. 4, 1896. Arch. f. Entw.-Mechan., 21. Bd., 1906. Mitt. d. naturforsch. Ges., Halle, Bd. 1, 1911. Virchows Arch., 209. Bd., 1912. Nova acta kais. Leop. Ac. 100. Leipzig 1914.

W. G. Lange: Über funktionelle Anpassung. Berlin, Springer, 1917 (gestützt vorwiegend auf die Rouxschen Arbeiten.

gehern, Dauerschwimmern usw., deren Muskeln gegen gleiche Belastung, aber längere Zeit tätig sind, fehle die Hypertrophie (Kraftmuskeln, Dauermuskeln). Die absolute Leistung, die Tagesarbeit sollen gleichgültig sein.

Im Kreise von Roux wird das größte Gewicht auf die „Zweckmäßigkeit" der Anpassung gelegt. Da kann man nicht uneingeschränkt folgen. Halten wir uns z. B. an das Beispiel des Herzens. Durch Untersuchungen von Hill[1]) und von Weizsäcker[2]) ist wahrscheinlich gemacht, daß die mit der Muskeltätigkeit verknüpfte Wärmebildung zum Teil nicht während, sondern nach der Zuckung eintritt (verzögerte Wärmebildung). Daraufhin nehmen die beiden Forscher hinsichtlich der energetischen Verhältnisse der Muskeltätigkeit an, daß letztere aus zwei verschiedenartigen, auch zeitlich auseinanderfallenden Vorgängen sich zusammensetzt (Zweimaschinentheorie). Der eine, unmittelbar durch den Reiz ausgelöste, umfaßt die sichtbare Tätigkeit, der andere stellt eine Vorbereitung für jenen dar. Er verläuft für sich unter O_2-verbrauch und Wärmebildung. Hill denkt sich, daß immer die nämliche Quantität Milchsäure auf Kosten der Oxydation irgendwelcher anderer Verbindungen (Arbeitssubstanzen) aufgeladen und wieder entladen werde. Hill zieht nun als Maß der mechanischen Leistung nicht die Arbeitsleistung, sondern die (bei isometrischem Verfahren) entwickelten Spannungen heran, die er als das primäre Gegebene betrachtet und gegenüber den sich erst daran anschließenden und von mancherlei Bedingungen abhängigen Zusammenziehungen und Arbeitsleistungen in den Vordergrund stellt. Hill wird wohl Recht behalten, weil er zwischen den Spannungen und der initialen Wärmeentwicklung für Einzelzuckungen oder kurze Tetani weitgehende Proportionalität finden konnte. So hat man denn auch stets mit Recht dem Fickschen Moment[3]) beim Herzen eine Bedeutung bei der Entstehung von Hypertrophie zugeschrieben. Die Gesamtarbeit bei Zusammenziehung eines Muskels ist bedeutend größer, wenn der Hub ausgeht von derjenigen Länge, bei welcher der Muskel in der Ruhe der angehängten Last das Gleichgewicht hält, als wenn er von einer kleineren Länge erst beginnt; also die Arbeitsleistung des belasteten Muskels ist höher. Horvath übertreibt bloß, wenn er behauptet, nur die passive Dehnung sei schuld an der Herzhypertrophie, welch letztere deshalb von vornherein unzweckmäßig wäre. Aber daß, speziell bei Hohlmuskeln, die Dehnung mit die Muskelverdickung anregt, ist kaum von der Hand zu weisen. Weizsäcker setzt für das Herz auseinander, daß es immer dann, wenn es dauernd in der Nähe der Akkomodationsgrenze (seines Gesamtumsatzes, wie seiner mechanischen Leistung) tätig ist, hypertrophiert[1]). Gerade Herzschwäche muß dann eine Bedingung für Hypertrophie sein. Aus alledem läßt sich für die Herzhypertrophie doch wohl nur im begrenzten Sinne ein Finalismus aufrecht erhalten. Roux selbst vertritt ja ebenfalls die Ansicht, daß der Reiz für das Dickenwachstum des arbeitenden Muskels gegeben ist in der erhöhten Spannung seiner Fasern, bzw. der zur Erreichung dieser Spannung erforderlichen inneren Vorgänge.

---

[1]) A. V. Hill: Ergebnisse der Physiologie, 15. Bd., 1916 (dort die ältere Literatur).

[2]) V. v. Weizsäcker: Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie. Math. naturw. Klasse B., 1917.

v. Kries: Deutsche med. Wochenschrift 1918, Nr. 8.

[3]) A. Fick: Moleschotts Untersuchungen 1860,7. Denkschr. d. schweizer. Naturges. Basel, 1867.

A. Horvath: Hypertrophie des Herzens. Wien 1898.

[1]) Vgl. auch F. Kraus: Berlin. klin. Wochenschrift 1917.

Wichtige Aufklärungen verdanken wir ferner Roux über die „relative“ Muskellänge, über die Allobiosis afunctionalis, die empirische Anpassungs-Zeiteinheit, das funktionelle In- und Dekrement, das Anpassungsgleichgewicht (Bildungs- und Erhaltungsgleichgewicht), den ererbten funktionellen Anpassungsquotienten.

Prinzipielle Bedeutung erlangten (vgl. unten S. 234) weiter Befunde und die Gedanken W. Rouxs über die ursächlichen Bedingungen der funktionellen Anpassung ganz im allgemeinen. Dasselbe gilt für Rouxs „funktionelle Gestalt und Struktur“ der Organe, welche besonders für die passiv tätigen Gewebe in Betracht kommt. Ein Knochen z. B. nimmt an Masse zu in derjenigen Richtung, in der die Beanspruchung stärker als vorher ist. Ein anderes Mal tritt Verlängerung ein. Hier findet Roux die rein mechanische Erklärung, daß der funktionelle Reiz zugleich der Bildungs- und Erhaltungsreiz ist. Das Nähere über den Knochenbildungs- und Knochenerhaltungskoeffizienten, über die statische Struktur des Knochens (direkte Anpassung der Spongiosa an seine Funktionsweisen, von J. Wolff entdeckt) möge man nachlesen bei Roux selbst, oder wenigstens in der Zusammenfassung von W. G. Lange[1].

Vitale Prozesse jenseits aller Struktur.

Aber die vitalen Prozesse, auch der höchst organisierten Lebewesen, enthalten doch wiederum Vieles, was für sich jenseits alles Strukturellen im üblichen histologischen Sinne liegt. Bestimmte grundlegende Fermentreaktionen z. B. verlaufen außerhalb des Protoplasmas, allerdings teilweise anders in Geschwindigkeit usw., allem Wesentlichen nach aber von der geformten lebendigen Substanz unabhängig[2]. Die Aminosäurediathese des Menschen besitzt schlechterdings keine faßbare anatomische Grundlage. Die Widerstandsfähigkeit verschiedener Getreiderassen gegenüber der Rost- und Mehltaukrankheit, kann auf gestaltliche Eigenschaften nicht bezogen werden[3] u. v. a.

Auch garantiert anscheinend noch soweit gehende Gleichheit der Form nicht auch eine Gleichheit der Funktion, weil trotz jener nicht eine Gleichheit des Wesens zu bestehen braucht und besteht. Die Einzelgebilde des Nervensystems, seine Zellen und Fasern, sind trotz aller Ähnlichkeit innerlich verschieden. Der Ausdruck dafür ist z. B. die Ungleichartigkeit der Empfindungen. Aber auch aus dem Ei wird selbst der heutige Mikroskopiker gewöhnlich die Tierart nicht erkennen. Für eine chemische Untersuchung ist das ganze Objekt an sich zu klein. Trotzdem hat sich die Chemie hier als viel fruchtbarer in einschlägigen Fragen erwiesen. Sie ist zunächst der Artspezifizität viel näher gekommen. Jeder Tierart kommt eine spezifische, in der chemisch physikalischen Kombination begründete, energetische Ausgangssituation zu. Diese Kombination lenkt, zusammen mit den Außenbedingungen die Artzelle in der charakteristischen Formbildung. Man muß ebenso noch eine individuelle Energie annehmen, welche der speziesgemäßen Entwicklung auch ein besonderes Gepräge des Artexemplars sichert. Endlich ist der lebendigen Substanz in den Zellen der einzelnen Gewebe eine spezifische Energie (Organspezifizität) zuzusprechen. Der Funktionscharakter ist ja, der Leistung entsprechend, an einen sehr

[1]) Vgl. auch C. Herbst: Entwicklungsmechanik, Entwicklungsphysiologie, Handwörterbuch der Naturwissenschaften III, 1913.

[2]) Vgl. E. Buchner: Ber. dtsch. chem. Ges. 37. Jahrg. 1904.
A. Wohl: Biochem. Ztschr. 5. Bd. 1907.
H. Schade: Ebenda 7. Bd. 1908.

[3]) Vgl. Biffen: Journ. of agricultural. Sc. T. II. Cambridge 1907.

verschiedenen Bau geknüpft. Dasjenige aber, was in den differenzierten Teilen im engeren Sinn das die Entwicklungsarbeit Verrichtende ist, zeigt in allem die auffallendste Übereinstimmung, wenn auch noch so verhüllt durch paraplasmatische Gebilde.

Stereochemische Konfiguration.

6. Im Lebendigen spielt schon eine der mikroskopisch feststellbaren fernliegende Struktur, die räumliche Konfiguration im Sinne der Stereochemie, eine Rolle. Die in letzterer begründete optische Aktivität ist als „Vorrecht der Lebewelt" bezeichnet worden. Die Organismen fungieren fast ausschließlich mit optisch aktiven C-Verbindungen, d. h. mit solchen, welche wenigstens ein asymmetrisches C-Atom haben. Bereits Pasteur[1]) hat gezeigt, daß Penizilliumkulturen in verdünnten Lösungen von traubensaurem Ammon (d. h. äquimolaren razemischen Gemischen von rechts und links drehender Weinsäure), also einem Gemenge optischer Isomere, das rechtsdrehende Salz verbrauchen, während das linksdrehende übrigbleibt. Der Vorgang kann heute verallgemeinert werden. Optisch aktiv sind solche C-Verbindungen, welche ein oder mehrere asymmetrische C-Atome, nämlich solche besitzen, deren vier Valenzen von vier unter sich verschiedenen Radikalen gesättigt sind. Die genannten Organismen, resp. die in ihnen enthaltenen Fermente, haben selbst auch asymmetrische Struktur. Alle Assimilation geht auf Asymmetrie aus.

Die Symmetrie, das Moment, welches in den Formen des Lebens so bedeutsam ist, erweist sich auch schon im Benzolring als ausschlaggebend.

Bei einer Flamme oder Welle, im gewissen Sinn auch bei einem Wasserfall, ist es „nur die Bewegungsform, welche unablässig neuen Stoff in den Wirbel hineinzieht und den alten wieder ausstößt"[2]). Dementsprechend beginnt das organische Wachstum mit rein chemischen Grundlagen. Die Lebewesen besitzen, ganz allgemein bewertet, einen chemisch grundsätzlich gleichartigen Bau und damit prinzipiell vergleichbares chemisches Wachstum[3]). „Das organische Wachstum beruht auf der Fähigkeit des Kohlenstoffs, Ketten von Atomen zu bilden und sich mit elektropositiven und negativen Ionen gleich leicht zu verbinden." Auf dieser elektrischen Doppelstellung des Kohlenstoffs beruht auch die leichte Reduzierbarkeit der Kohlensäure zu Kohlehydrat unter Lichteinwirkung. Ohne die primären Kohlenstoffketten im Innern der lebendigen Substanz wäre Wachstum nicht möglich, sie bilden das Gerüst der lebendigen wachsenden Substanz. Mit Hilfe des N-Atomes, des Basenbildners in der lebendigen Substanz (die negativen OH-Ionen der organischen Verbindungen dissozieren vom Ammoniumrest ab) schließen sich — im Eiweißmolekül — Kohlenstoffketten zu längeren Ketten, resp. zu Ringen zusammen. Wasserstoff und Sauerstoff (Wasser) sind unentbehrlich. Der Austritt von H und OH aus zwei benachbarten Molekülen spielt, wie wir noch sehen werden, in der Entwicklungsarbeit die maßgebende Rolle (Verlängerung der Ketten). Die Stärke der Phosphorsäure bewirkt nach Friedenthal[4]) einen elektrischen Gegensatz zwischen dem elektrisch neutralen Protoplasmaeiweiß und den sauren Kernstoffen, der ebenfalls für Wachstum und andere vitale Prozesse von höchster Bedeutung wird. „Während das Protoplasmaeiweiß sich in schwach basischer Lösung wie eine Base, in schwachsaurer wie eine

[1]) L. Pasteur: C. R. de L'Acad. des Sc. 51. 1816.

[2]) v. Helmholtz: Vorträge und Reden.

[3]) vgl. H. Friedenthal: Physiologie des Menschenwachstums. Berlin, Springer, 1914.

[4]) H. Friedenthal: l. c.

Säure verhält, bestehen die Kernstoffe aus zwei chemischen Hälften von ausgesprochen elektrischem Charakter, den stark anodischen Nukleinsäuren und den stark kathodischen Histonen." Jeder von ihnen vermag neutrales Plasmaeiweiß umzustimmen, ganz geringe Kernstoffmengen vermögen große Plasmamengen auszufällen und zu binden. Chemisch nicht faßbare kleine Kernsubstanzquantitäten können wegen dieses elektrischen Gegensatzes in den Wachstumsvorgang, resp. in den Protoplasmahaushalt überhaupt eingreifen. Direkt verbindet sich mit der lebendigen Substanz, die nicht identisch ist mit Eiweiß, allein der Sauerstoff (als molekulärer O_2). Alle anderen Elemente treten bereits als molekulare Verbände an die lebendige Substanz heran. Sie erleiden in ihrem Innern chemische Umlagerungen, derart, daß aus relativ einfachen Bausteinen neue lebendige Substanz gebildet wird, welche, sobald sie entstanden, sofort die Fähigkeit besitzt, dieselben Bausteine sich weiter anzugliedern. Ganz allmähliche Übergänge führen zur Ausgestaltung der Moleküle in immer größere Komplexe der sich vermehrenden lebenden Substanz[1]). Über das rein Formale ist das Wachstum der Molekularketten in der lebendigen Substanz allerdings wenig aufgeklärt. Wir müssen uns auch für die Synthese an die Leistung von Enzymen halten. Die Grenze der rein chemischen Betrachtung ist naheliegend. Friedenthal selbst weist auf wichtige Differenzen im Krystallwachstum und im Organischen. Daran ändern auch die Tatsachen, welche über die „flüssigen Kristalle" ermittelt werden konnten, nichts. Friedenthal illustriert das organische Wachstum speziell an der Neubildung der Kolloidmembran unter Enzymwirkung und unter chemischer Affinität. Daraus ergibt sich sofort auch die Wichtigkeit physikalischer Grundlagen. Die für das Wachstum wichtigen Adsorptionserscheinungen weisen vor allem auf die maßgebende Rolle der Atome im Raum, also auf eine „Morphologie der Moleküle" hin. Das leitet zu den Kolloidstrukturen hinüber.

Kolloidstrukturen.

7. Der schon an und für sich eine charakteristsche labile „Formart" repräsentierende kolloidale Zustand, resp. der Dispersionsgrad der lebendigen Substanz[2]) (der Grad der Zerteilung von 1—100 $\mu\mu$ messenden Teilchen des Eiweiß, der Lipoide, der Enzyme, Antikörper in einem zusammenhängenden Medium mit der Tendenz zu auf- und absteigenden Änderungen), sowie die heterogenen Systeme, z. B. nach Art der Wabenstruktur von Gallerten, physikalisch-chemischen Organisationen sind (können sein) von Bedeutung: für die Trennung der Fermente in Plasma, für das Normieren der Richtung des chemischen und des physikalischen Geschehens u. a. Im beweglichen Protoplasma etwa der Myxomyzeten und Amöben, wo die kleinsten Teile noch keine dauernd feste Lage besitzen, bzw. wo in jedem Augenblick bloß eine gewisse Zahl der Teile im festen Verbande ist, während andere beweglich bleiben, was schon im nächsten Moment sich wieder ändert, sind es die Reize selbst, welche in bestimmter Richtung orientieren und dimensionieren, so daß fibrillierte Stränge mit Saftströmung, Stoffverteilungs-, Erregungs- und Kontraktionswellen entstehen.

[1]) H. Friedenthal: l. c.

[2]) Vgl. P. P. v. Weimarn: Zur Lehre von den Zuständen der Materie. Dresden, Leipzig, Th. Steinkopf.

L. Cassuto: Der kolloide Zustand der Materie. Ebenda.

Wo. Ostwald: Welt der vernachlässigten Dimensionen. Ebenda 1915.

F. Hofmeister: Chemische Organisation der Zelle, Naturwissenschaftliche Rundschau, 1901.

R. Höber: Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. 4. Aufl. Leipzig, Berlin, Engelmann, 1914.

Form bedeutet hier also dimensional orientierte Funktion im Raum unter dem Einfluß der gerichteten Reizübertragung[1]).

Mikroskopische Dauerstruktur.

8. Zur molekulären Konfiguration und der — teilweise flüchtigen — Kolloidstruktur kommen endlich die durch mikroskopische Beobachtung erkennbaren dauerhaften Gebilde des Protoplasmas in allen Übergängen hinzu. Diese Struktur rührt vor allem auch daher, daß das Protoplasma eben keine chemische Verbindung ist, sondern durch Zusammenordnung von solchen aufgebaut wird Aber auch die Zellen sind physiologische Anpassungen an die Bedingungen des Stoffwechsels. Die beiden letzterwähnten Organisationen verbindet die maßgebende Auffassung, daß vorübergehende und zuständliche Strukturentfaltung besonders als Grenzflächenbildung mit wirksam werdenden Grenzkräften (Oberflächenenergie, Haftdruck), resp. als Adsorptionsort in Betracht zu ziehen ist. Die elementaren Lebenserscheinungen, die wir teilweise experimentell beherrschen: Atmung, Enzymwirkungen, die Entstehung der Oberflächenlamellen (Traubesche Niederschlagsmembranen) als Paradigma der Bedingungen des organischen Wachstums, die Narkose, der osmotische Flüssigkeitsaustausch, die antagonistisch wirkenden Salzlösungen, Protoplasmabewegung und Muskelkontraktion, die elektrischen Erscheinungen usw, der Formwechsel selbst höchster Stufe (Karyokinese) erweist sich als Änderung im Dispersionsgrad des kolloidalen Substrates[2]).

Wenn wir, ausgehend von dem ursprünglichen Vorhandensein einer den Umweltfaktoren resp. den Entwicklungsbedingungen unterliegenden lebendigen Substanz auch den Formwechsel als etwas Funktionelles, das Wachstum als Wachstumsarbeit betrachten, so folgen wir einer ähnlichen scheinbaren Willkür der gewählten Behandlungsweise des wissenschaftlichen Stoffes in anderen vorbildlichen Gebieten, z. B. in der theoretischen Chemie bei vant Hoff, wo die Dynamik (die gegenseitige Verwandlung der Körper, Reaktionsgeschwindigkeit, Gleichgewicht umfassend) der Statik (Konstitutionsbestimmung im weitesten Sinn) vorausgestellt wird. Biologisch ist, wie dort, durch ein analoges Vorgehen, welches nicht das Ding die Tätigkeit hervorbringen, sondern die Tätigkeit das Ding erzeugen läßt, die sichere, breite, wenn auch nicht anschauliche Grundlage gewonnen. In der Tat sind ja auch die charakteristischen vitalen Eigenschaften insgesamt Leistungen, organische Reaktionen und Lebensgleichgewichte, also etwas Dynamisches.

Bemerkenswerterweise ist — ebenso wie die Ernährung — die Produktion der Form, nicht wie der meisten verschiedenen Energiearten (von den Keimzellen abgesehen) an eine einzige Stelle, resp. an mehrere lokalisierte Orte des Lebewesens gebunden[3]), sie gehört, wenigstens originär, der Ganzheit zu.

Mag immerhin die spezielle Natur der formbildenden Kräfte im Organismus wenig aufgeklärt sein, so gibt es doch faßbare, positive Auslösungsfaktoren[4]). Sicher ist nicht, entsprechend älteren Vorstellungen, der Endpunkt des zu Entwickelnden, sondern, bei der Ontogenese und bei der Regeneration, der Ausgangspunkt entscheidend für die Formvollendung.

[1]) Vgl. M. Heidenhain: Plasma und Zelle I. Jena 1907.

[2]) J. Loeb: Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig 1906. Wo. Ostwald: l. c.

[3]) Vgl. H. Przibram: l. c.

[4]) J. Loeb: Formative Reizung. Berlin, Springer, 1909. H. Przibram: l. c.

Bedeutung der chemischen Ausgangssituation.

9. Alles spricht dafür, daß gerade die chemische Zusammensetzung der Organismen maßgebend ist für den Formwechsel: vielleicht nicht allein die chemische Energie, sondern auch solche, welche aus der Anordnung chemischer Bestandteile resultieren[1]. Mit Rücksicht auf die komplexe kolloide Natur des organischen Substrats kommen neben und vor der elementaren rein chemisch konstitutiven Beschaffenheit physikalisch chemische Zustände und Energien in Betracht: Molekulargröße, Lösungsverhältnisse, Quellung, Verteilung, elektrische Ladung, Spannungs-, Größen-, Energieverhältnisse der Oberflächen (Adsorptionsphänomene), sowie Membranpermeabilität, gegenseitige elektrische Entladung der kolloiden Systeme, Änderungen des Dispersionsgrades, Sol-, Gelbildung, emulsionsartiger Aufbau, resp. Netzstruktur u. a.

Der Umstand, daß der Chemismus für den Formwechsel entscheidend ist, schließt natürlich nicht aus, daß gewisse, wie immer, z. B. mechanisch zustande gekommene Formveränderung auch ihrerseits den lokalen und allgemeinen Stoffwechsel beeinflussen. Asymmetrische Zellteilung z. B. muß, die Richtigkeit der Chromosomenindividualität vorausgesetzt, sehr wesentliche Abweichungen des Chemismus nach sich ziehen. In diesem Sinne könnte etwa das Krebsproblem ein zunächst morphologisches sein.

Man wird fragen, warum gerade der Chemismus in den Mittelpunkt gestellt wird? Deshalb, weil besonders die chemische Energie, in der Sprache der (älteren) Energetik zu reden, gut und dauerhaft „kompensierbar" ist. Daß etwas geschieht, hängt nicht von der Größe der irgendwo im Raume aneinander grenzenden Energien ab, sondern (im Gegensatz zur „Kapazität") von der Größe eines bestimmten Faktors derselben, der „Intensität" (z. B. chemische Anziehung, Druck, Temperatur, Geschwindigkeit, elektrische Spannung). Nach dem Intensitätsgesetz findet Energieausgleich stets von höherer zu niedrigerer Intensität statt. Aber nicht überall, wo verschiedene Intensitäten sind, tritt tatsächlich Veränderung ein. Intensitäten von nicht derselben „Form", z. B. Bewegungsenergie und Geschwindigkeit durch Schwere, können sich gegenseitig kompensieren. Aufhebung der Kompensation von Intensitäten bewirkt dann Energieübergänge. Die in Gleichungen angebbaren Beziehungen, welche zu den Gesetzen der Energieerhaltung und des Intensitätsunterschiedes ergänzend hinzutreten müssen zur Bestimmung des künftigen Zustandes eines Gebildes aus dem gegenwärtigen, hat K. Laßwitz das Gefüge genannt. Sie belehren auch darüber, in welcher Form die Energie übergeht, resp. welche Faktoren unverändert bleiben. Die leicht kompensierbaren Energiekomplexe sind hauptsächlich maßgebend für das Verhalten der „Körper", sie sind „das eigentlich Körperliche". Die Energie der Strahlung ist durch keine zweite kompensierbar. Die chemische wiederum erhält sich unbegrenzt in den Körpern („stoffliche Beschaffenheit"). Auch ist die chemische Energie eine besonders konzentrierte Energieform. Man denke nur z. B. an die Kohlen als Energievorrat. Die Sonnenstrahlung speichert chemische Energien in verbrauchbarem Zustande in den Pflanzen auf. Die tierischen Organismen entnehmen ihren Energiebedarf hauptsächlich der chemischen Energie durch Verdauung und Atmung. Alle Energiefaktoren eines Gebildes, in ihren Wechselwirkungen (als Gefüge), ergeben einen einheitlichen Zusammenhang, das System, worin jeder Teil das Verhältnis des

[1] H. Przibram: l. c.

Ganzen, das Ganze das Verhalten jedes Teiles mitbestimmt. Wir haben schon früher den Organismus als solches System aufgefaßt. Das Leben, resp. die organische Entwicklung erhält sich durch fortgesetzte Kompensation und Aufhebung von Kompensation der umgebenden Energie, besser gesagt der Energien des Gefüges, welches unser Körper mit der Reizkonstellation bildet[1]).

Die Beobachtungen über „flüssige Kristalle"[2]) weisen bloß gewisse Analogien der organischen Form mit der Formbildung im unbelebten Stoff nach. Die „ordnenden Kräfte" sind hier so schwach, daß leicht verschiedenartige Bewegungszustände, Teilung, Verschmelzung resultieren, also Phänomene, welche an vitale lebhaft erinnern. Die Angliederung des Gleichartigen ist, wie schon H. Spencer gezeigt hat, überall, vom kosmischen Staub bis zur organischen Entwicklung, das Ergebnis eines Arbeitsvorgangs. Chemische Auswahl des Anwuchses haben Kristalle und lebendige Substanz gemein. Aber, nach Friedenthal, entscheidet für das Kristallwachstum die Abstoßung der Teilchen von der Mutterlauge, obwohl bei der Bildung von Mischkristallen, z. B. derjenigen des Eiweißes, noch Adsorptionserscheinungen hinzukommen. Im Lebenden ist die (chemische) Affinität (zum Lösungsmittel) maßgebend. Adsorption, Intususzeption, Dehnung des Neugebildeten, wie es schon die semipermeable Membran, unter gewissen Bedingungen, zeigt[3]). Daß der Stoffwechsel beständig neue Wachstumsbedingungen schafft, unterscheidet überdies auch noch die lebendige Substanz von der wachsenden anorganischen Kolloidmembran. Entscheidend ist immer eine die Reaktionsweise der Spezies bestimmende chemische Ausgangssituation, ein (artgemäßes) System von Fermenten und Wachstumsbausteinen in Reaktionsnähe und bestimmten „realisierenden" (physikalischen) Bedingungen. Wachstum ist an die Anwesenheit ausreichender chemischer Bausteine gebunden. Der tierische Organismus leistet, wie schon früher betont (vgl. S. 98ff.), seine Wachstumsarbeit nicht allein, er entnimmt der Pflanze nicht bloß im gewissen Sinn fertige chemische Bausteine, er bezieht daraus auch noch Energie für die Weiterverarbeitung der Nahrung.

Chemische direkte oder indirekte Beeinflussungen begleiten die ganze tierische Entwicklung. Ein erblicher, eventuell auf einem „Grundunterschied" beruhender, einfach mendelnder Defekt etwa der Schilddrüse, resp. der Hypophyse, ändert (Hormonwirkung im Phänotypus) einen ganzen Eigenschaftskomplex in verschiedenen Organen. Wenn ein gewöhnlich allogamer Organismus plötzlich in reiner Linie fortgepflanzt wird, entsteht ein „kümmernder" Klon (Ausfall „verjüngender" Faktoren? Summierung der Erbmasse?). Erhalten Froschlarven gleicher Abstammung zum Teil Fleisch-, zum Teil Pflanzennahrung, bekommt, bei sonst gleich gutem Gedeihen, die zweite, mit Pflanzen gefütterte Serie einen fast doppelt so langen Darm[4]). Wurfgeschwister (Schwein) einer sonst sehr einheitlichen Rasse werden bei notdürftiger, resp. reichlicher Ernährung in der Wachstumsperiode sehr verschieden groß[5]).

[1]) Vgl. W. Ostwald: Naturphilosophie. 3. Aufl.
K. Laßwitz: Wirklichkeiten. 3. Aufl. Leipzig, Elischer.
[2]) O. Lehmann: Flüssige Kristalle. Leipzig 1904.
W. Rhumbler: Merkel-Bonnets Ergebnisse, 8. Bd. 1898 Arch. f. Entwicklungsmech. 7. Bd.
St. Leduc: Théorie physico-chemique de la vie et générations spontanées. Paris 1910.
[3]) Friedenthal: l. c.
[4]) Vgl. Babák: Archiv f. Entwicklungsmechanik, 21. Bd., 1906.
[5]) Baur: l. c.

10. Es fragt sich nun, ob das organische Wachstum als Spezialfall des Spencerschen Integrationsprinzipes eine — scheinbare — Hemmung nur in äußeren Gründen oder auch in einer mit der Differenzierung gegebenen „Zytomorphose“[1] findet? Weismanns Erklärung[2], nach welcher die Eizelle die Eigenschaft besitzt, nur eine bestimmte Zahl von Zellgenerationen zu liefern, nach welcher ferner die Größe der einzelnen Tiere sich nach der Zweckmäßigkeit einer bestimmten Organisation richtet und deshalb das reife Gewicht bloß ein bestimmtes Multiplum des Geburtsgewichtes ausmacht, verwirft Rubner. In der Tat vermögen die Weismannschen Annahmen die obige Frage nicht endgiltig und vollständig zu entscheiden[3]). Mit der Differenzierung der Zellen im Metazoenkörper tritt die Teilungsfähigkeit derselben zurück, resp. sie erlischt. Bei verschiedenen Tierformen (Nematoden, Rotatorien, Anneliden, Aszidien, niedere Vertebraten) hat man die Zahl der die Organe aufbauenden keiner weiteren Teilung unterliegenden Zellen genau feststellen können und dabei eine bemerkenswerte Konstanz gefunden. Hier hängt also das Körperwachstum von der Zellvergrößerung ab. Bei Tieren mit derart normierter Zellanzahl arbeitet der Organismus alsbald, vom Beginn des Funktionierens angefangen, mit denselben Zellen. Diese Organismen sind schlechter daran als andere, bei denen ein Ersatz möglich ist. Allerdings erlöscht schließlich der letztere bei allen Tieren. Aber es läßt sich schwer nachweisen, ob wir es dabei mit einer wirklichen zahlenmäßigen Normierung zu tun haben? Sicher verhalten sich auch — abhängig von der Spezialisierung — noch die einzelnen Organe verschieden! Besonders im Zentralnervensystem der Wirbeltiere hört die Vermehrungsfähigkeit der Zellen bald auf. Endlich ist noch das sehr lange Erhaltenbleiben stark differenzierter Bildungen trotz Aufhörens der Zellulation zu berücksichtigen, bes. z. B. in den Muskeln, im Herzen.

Rubners Aufstellung eines energetischen Gesetzes, originäre Begrenzung des Wachstums und der Lebensdauer.

Schon aus diesem Grunde muß Rubners Unternehmen, ein energetisches Gesetz originärer Begrenzung des Wachstums und der Lebensdauer[4]) im Zusammenhang mit der Ernährung zu formulieren, das höchste Interesse beanspruchen, wenn auch gegenwärtig noch die einschlägigen Probleme nicht völlig abgeschlossen sind. Rubner lenkt unsere Aufmerksamkeit besonders auf die Art der organischen Massenzunahme, ihre Dauer, auf die Vorbedingungen des Wachstums und dessen Gründe.

Mit Recht lehnt Rubner ältere Behauptungen von Buffon und Flourens ab, welche einfach die Jugendperiode in ein konstantes Verhältnis zur Lebenslänge in der Tierwelt stellen wollten. In neuerer Zeit hatte man insbesondere den Einfluß der Fortpflanzung auf die Lebensdauer in Betracht gezogen. Bei Tieren, welche sich auf ungeschlechtlichem Wege vermehren, geht wenigstens die Individualität des Artexemplars verloren, wird das individuelle Leben beendet. Aber insofern die zu neuen Individuen sich ergänzenden Teilstücke erhalten bleiben und der Teilungsvorgang in einem gewissen Sinne unbegrenzt erscheint, konnte man (besonders für die Protozoen) von Unsterblichkeit sprechen. Von den Metazoen dürfen nur die Keimzellen in ähnlichem Sinne unsterblich gedacht werden. Die frühe Absonderung der letzteren (noch vor der Keimblätterbildung) braucht jedoch die Lebensdauer nicht zu beeinflussen, die Zeit vom Auftreten der Keimzellen bis zur wirklichen Verwertung

[1]) Sedgwick Minot: l. c.

[2]) A. Weismann: Über die Dauer des Lebens. Jena 1882.

[3]) Vgl. E. Korschelt: Lebensdauer, Altern, Tod. Jena, Fischer, 1917.

[4]) M. Rubner: Problem der Lebensdauer und seine Beziehungen zu Wachstum und Ernährung. München, Oldenbourg, 1908. Kraft u. Stoff, Leipzig 1909.

ist überhaupt und sehr verschieden lang. Die Erreichung der Geschlechtsreife differiert zeitlich stark auch bei nahestehenden Arten. Sie ist gewiß kein allein bestimmender Faktor für die Lebensdauer. Allerdings gibt es Tiere, die unmittelbar mit oder bald nach der Eiablage sterben (z. B. die Ephemeriden, manche Schmetterlinge usw.). Korschelt[2]) sieht aber in dem mit der Begattung ungefähr abschließenden Leben keine ursprüngliche Erscheinung, da hierin auch nahestehende Arten differieren. Allerdings bewirkt bei den kurzlebigen Insekten das künstliche Hinausschieben der Fortpflanzungsmöglichkeit lebensverlängernd, aber nur im geringen Maße. Das Verhalten langlebiger Tiere in dieser Beziehung ist zweifelhaft. Bei den höheren Organismen ist die relative Unabhängigkeit des Lebens von der Fortpflanzung nicht zu verkennen. Ganz im allgemeinen sind die einschlägigen Zusammenhänge eher umgekehrt: die Menge der erzeugten Geschlechtszellen ist besonders groß bei den Tieren, deren Lebensende mit dem Fortpflanzungsgeschäft zusammenfällt. Der Organisation der Kastraten steht diejenige gewisser Parasiten, die sich einfach auf Kosten ihrer Wirte ernähren, gegenüber. Durch Umbildungen im Darmkanal, im Sinnes-, Nerven- und Bewegungsapparat kommt es zu einer solchen Vereinfachung des Körpers, das solche Tiere im ausgebildeten Zustand vorwiegend als Geschlechtsschläuche erscheinen[3]). Die Beziehungen zwischen Fortpflanzung und Lebensdauer sind also sehr komplizierter Natur; mag man auch mit Goette, M. Hartmann, v. Hansemann die Fortpflanzung durch Keime als letzten Grund des natürlichen Todes ansehen.

Rubner schaltet deshalb die Frage der Lebensdauer zunächst ganz aus und wendet sich allein der Wachstumsperiode zu. Er faßt die relativen Leistungen ins Auge durch Bestimmung der Zeit, in welcher gleichwertige Gewichtsveränderungen erzielt werden. Bunge und dessen Schüler hatten gefunden, daß die Zeiten der Gewichtsverdoppelung für die verschiedenen Arten nicht konstante Werte darstellen, sondern sehr verschieden sind. Danach wäre die Wachstumsintensität sehr ungleich, für die betreffenden Spezies allerdings gleichmäßig. Der Anschauung, daß die absolute Größe die Wachstumszeit bestimme, steht also eine grundlegende Eigenschaft der Lebewesen, die spezifische Wachstumsintensität, gegenüber. In der Verschiedenheit der letzteren drückt sich ein ungleicher Aufwand an Nährmaterial für ein gleiches Schlußergebnis aus.

Rubner suchte nun aus der Summe von Wachstumsgröße und Ernährungsumsatz, welche den Gesamtenergieaufwand für die Gewichtsverdoppelung mißt, einen Einblick in diese spezifischen Eigentümlichkeiten zu gewinnen. Nimmt man die Gesamtnahrungsmenge des Tieres in der Verdoppelungsperiode (in Kalorien ausgedrückt) als Unbekannte x, das gewonnene Körpergewichtswachstum (in Kal.) a, die durch Versuche bekannte Erhaltungsdiät (in Kal.) e und k eine Konstante für die Wärmesteigerung durch die genossene Nahrung (spezifisch dynamische Wirkung), so ist $x = e + kx + a$, worin e, k und a bekannt sind. Auf diese Weise kam Rubner zu dem Ergebnis, daß die zur Verdoppelung des Lebendgewichtes aufgewendete Kraftsumme dieselbe ist, gleigültig, ob das Wachstum ein rasches oder langsames war. Ursprünglich sagte Rubner dies für die Tiere überhaupt aus, nur der Mensch mache eine Ausnahme (Gesetz des konstanten Energieaufwandes). Zur Bildung von 1 kg

[2]) Korschelt: l. c.
[3]) Korschelt: l. c.

Tiergewicht werden 4808 Kal. an Nahrungsmaterial aufgewendet, bei der Entwicklung des Menschen sechsmal soviel. Die Natur würde also bei den verschiedenen Spezies nach dem gleichen ökonomischen Prinzip handeln. Der Betrag, welcher vom gesamten aufgenommenen Energieinhalt der Nahrung bei den einzelnen Arten als Wachstum erworben wird, der „Wachstumsquotient", beträgt für den Menschen (der auch hier eine Ausnahme bilden würde) nur 5,2 Prozent der Zufuhr, bei den Säugetieren im Mittel 39,3 Prozent. Nur bei einem zureichenden Überschuß der Nahrung über die Erhaltungsdiät wachsen die Lebewesen. Die Energiemenge des Erhaltungsfutters = 100 gesetzt, findet sich für die Gesamtnahrungsaufnahme bei den beobachteten Säugern im Mittel 202, für den Menschen 120. Zum Zwecke des Wachstums bewältigen die Tiere doppelt soviel Nahrung als im Erhaltungsfutter, der Mensch bloß um ein Fünftel mehr an Nahrungsstoffen. Am auffälligsten bei diesen Beobachtungen Rubners ist der Umstand, daß z. B. Maus und Pferd in gleicher Weise ihre Wachstumsintensität bestreiten, obgleich das später zu besprechende Flächenprinzip dem im Wege stehen müßte. Die ernährenden Flächen des Magendarmkanals wachsen im Quadrat, das Gewicht nimmt im Kubus zu! Berechnet man die Verteilung der Energie der ganzen Milch (der einzigen hier in Betracht kommenden Nahrung) auf Eiweiß, Fett, Zucker, so ergibt sich, daß die Sonderstellung des menschlichen Säuglings im Wachstumsgesetz mit der Eiweißarmut der Menschenmilch im Zusammenhang steht.

Rubner fand ferner, daß die Wachstumsgeschwindigkeit des Neugeborenen und die Entwicklungsdauer zusammenhängen.

Seinem inneren Wesen nach bedeutet nach Rubner das Wachstumsgesetz, da beim Wachstum der Säuger die Produkte aus Zeitdauer des Wachstums und Kraftwechsel konstant sind, daß das Wachstum eine Funktion des Stoffwechsels der Neugeborenen ist. Je weniger Tage zum Anwuchs notwendig gefunden werden, desto intensiver hat sich auch der Kraftwechsel ergeben; ebenso beschleunigt ist auch das Wachstum. Ein Tier mit intensivem Stoffwechsel erübrigt durch das gleichsinnig gesteigerte Wachstum in kürzerer Zeit soviel, um seine Gewichtsverdopplung zu erreichen, wie ein anderes mit kleinerem Stoffwechsel in langer Zeit.

Im normalen Lebensverlauf beginnt die Entwicklung mit der „Erweckung" eines Wachstums, das durch einen besonders hohen Wachstumsquotienten ausgezeichnet ist. Beim Neugeborenen ist der Quotient bereits niedriger, um darauf weiter von Periode zu Periode zu sinken bis zum Ende der Jugendzeit, der Vollendung des Wachstums. Mit Bezug darauf, daß die Tiere bis dahin pro Kilo dieselben Energiemengen verbraucht haben, frägt Rubner, wie sich nachher die entsprechenden Werte des relativen Energieverbrauchs (pro kg Körpergewicht) bis zum Lebensende verhalten? Dies ist gleichbedeutend mit der Frage, ob irgendeine Beziehung zwischen dem Verbrauch von Energie und der Lebensdauer besteht. Bis auf Rubner ist überhaupt ein ernster Versuch zur Erklärung der Lebensdauer der Arten nicht gemacht worden. Rubner glaubt nun annehmen zu können, daß ein kg Lebendgewicht der Tiere nach dem Wachstum während der Lebenszeit annähernd ähnliche Energiemengen umsetzt. Die im ganzen Leben verbrauchte (relative) Energiesumme wäre demnach annähernd konstant. Der Begriff Alter ist für jede Art verhältnismäßig. Der Grad wäre so auszudrücken, daß man den Energieverbrauch eines bestimmten Zeitpunktes mit dem mittleren Energieverbrauch während des ganzen Lebens in Beziehung setzt.

Der Mensch z. B. hat bei Beginn der Pubertät etwa ein Viertel, zur Zeit des Ausgewachsenseins ungefähr ein Drittel seines Gesamtlebensumsatzes erreicht. Nur der Mensch zeichnet sich durch seine ganz besonders hohen Zahlen des Energieumsatzes aus. „Die lebendige Substanz des Menschen bleibt ihrer ganzen Leistung nach durchaus nicht . . . . hinter den Leistungen anderer Warmblüter zurück, sondern steht diesen im Gegenteil weit voran." Ursache für die Begrenzung des Lebens sei der Zusammenbruch der Zerlegungsfähigkeit des Protoplasmas.

Höchst bemerkenswert endlich ist die wesentliche Bedeutung, welche Rubner dem Wachstum überhaupt zuschreibt. Das Wachstum, die Umformung und neue Mischung der Materie ist ihm der Urquell des Lebens, nur diese drei können die Folgen einer einseitigen Lebensäußerung, wie der Kräftewechsel der Organe eine ist, beseitigen.

Es darf nicht verschwiegen werden, daß Rubners Aufstellungen teilweise der Kontroverse unterliegen. Pütter[1]) findet überhaupt wenig Konstantes. Friedenthal[2]) hat sich ebenfalls mit der Feststellung des für die Verdoppelung einer bestimmten Gewichtsmenge Körpersubstanz nötigen Energieaufwandes beschäftigt. Er kommt dabei zu Zahlen, welche mit denjenigen Rubners nicht übereinstimmen.

Das Problem der Lebensdauer aus anderern Gesichtspunkten. Seneszenz, Verjüngung.

Es scheint mir, gerade in diesem Zusammenhange, notwendig, doch auch noch aus anderen Betrachtungen als derjenigen, welche das Problem der Lebensdauer eingeschlossen annimmt in das der Zahl der während des Lebens verbrauchten Kalorien, Organisationsprinzipien zusammenzufassen, welche in Beziehung stehen zu Tod, Seneszenz, Abnutzung und Auffrischung. Besondere Berücksichtigung beansprucht immer noch auch das fragliche Verhältnis von Fortpflanzung und Lebensdauer unter den für letztere maßgebenden Faktoren.

Zunächst handelt es sich um die allgemeinen Ursachen des Todes, und zwar vor allem um die rätselvollen inneren Todesursachen. Viele Forscher allerdings glauben, daß es gar keine inneren Todesursachen gebe. Man spricht gewöhnlich von einem natürlichen senilen und von einem krankhaften und gewaltsamen Tod und betont die Seltenheit des natürlichen, d. h. des „Todes ohne Erkrankung", auch im menschlichen Greisenalter. Die Greise sterben ganz gewöhnlich an Krankheiten, welche als „Komplikationen" des Seniums hingestellt werden. Dieser Widerspruch ist aber wohl unschwer aufzulösen. Im Organischen ist Alles überall ein Zusammenwirken von innen und außen; es existiert nichts von jedem Medium Unabhängiges, nur kann ein Vorgang als Resultat innerer und äußerer Zustände mehr von inneren oder von äußeren Relationen bestimmt sein. Schon daß nun der Mensch und alle einzelnen Tierarten eine ungefähr bestimmte Lebensdauer besitzen, ist nicht gut verträglich mit der Annahme, daß nur äußere Schädlichkeiten für den Tod entscheidend sind. Dazu kommt die Tatsache der augenscheinlichen und typischen Veränderungen des Organismus von seiner individuellen Entstehung an bis zum Sterben. Die Organismen stellen sich uns dar als mutuelle Systeme von mangelhafter Zweckmäßigkeit, deren allgemeinste Existenzbetätigung das Wachstum durch Assimilation ist. Aus genotypischer Veranlagung und wechselseitiger Differentiation und Beeinflussung der Teile in der Richtung typisch wiederholter Beanspruchungen folgt eine Struktur-

[1]) A. Pütter: Vergleichende Physiologie. Jena 1911.

[2]) H. Friedenthal: Berliner physiol. Ges. 1909. Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums. Berlin 1914.

veränderung mit Korrelation der Teile, aber ebenso mit partieller Isolierung gewisser funktioneller Zentren. Auch auf eine Ausschaltung von Komponenten jedoch muß unter gewissen Bedingungen die Systemreaktion hinwirken. Äußerstenfalles führt diese im negativen Sinn zur Beseitigung des Einzelteiles, im positiven zu seiner Restitution. Ist das Gesamtgleichgewicht durch die Partialstörung bedroht, bleibt außer dieser Ausschaltung bloß noch die Möglichkeit des mutuellen Todes übrig. Die Beschränkung der Grenzen der Regulationsfähigkeit erklärt, als „Ende" des individuellen Lebens, die „Abnützungs"krankheiten und den Tod.

Wenn die Substanz, mit welcher der Organismus haushält, zerfällt und sich beständig auf und ab baut, bedeutet dies ein fortwährendes Sterben und Geborenwerden des Organischen in jedem Augenblick. Das Wesen des Lebendigen ist aber, wie wir gesehen haben, auch gleichzeitig gekennzeichnet durch eigenartige Formwerte, durch typische Strukturen, denen, sobald sie erst durch das Zusammenwirken von lebendiger Substanz und Umgebung entstanden, bestimmte Entwicklungskonstanten immanent sind. Kein Wunder daher, daß unter den dargelegten Bedingungen sich allmählich auch Veränderungen im Protoplasma und dem Kern der Zellen des Organismus, sowie in den Zwischensubstanzen, und zwar der verschiedenen Zellen in verschiedenem Grade und mit sehr verschiedener Geschwindigkeit, sich herausbilden, welche schließlich ihrerseits mit der Fortdauer ihrer Existenz unvereinbar werden. Ribbert meint, die Ursache des krankhaften Todes liege in diesem Sinne gewöhnlich im Herzen, die des natürlichen im Gehirn. Ich weiß nicht, ob man dies im Einzelfall immer wird so scharf auseinander halten können. Ohne an den pathologisch-anatomischen Grundlagen des Alters und Todes rütteln zu wollen, lege ich doch Wert darauf, zu wiederholen, daß auch hier Leben zwar abhängig ist von der Morphe, daß aber ebenso das Leben seine Formen erzeugt.

Die nächste Frage, ob in den Eigenschaften der lebendigen Substanz selbst begründete Todesursachen existieren, knüpft an eine andere an: Kommt der natürliche Tod als notwendige allgemeine Erscheinung sämtlichen Lebewesen zu? Zwei Anschauungen stehen sich hier wenigstens begrifflich bisher unvermittelt gegenüber.

Es sind insbesondere die einzelligen Lebewesen, die Protozoen, welche für das Todesproblem eine maßgebende Bedeutung erlangt haben. Nach Weismann[1], käme nämlich nicht allen Organismen ein natürlicher Tod zu: die einzelligen Lebewesen seien potentiell unsterblich, da bei ihrer Fortpflanzung, einer einfachen Zellteilung, stets dieselben Individuen erhalten bleiben; erst mit der Entstehung der vielzelligen Lebewesen wäre im Anschluß an die stattgehabte Unterscheidung der Zellen in Körper- und Fortpflanzungszellen der Tod in die Welt gekommen. Der Tod sei überhaupt keine im Wesen aller lebendigen Substanz verursachte Erscheinung, sondern ein Anpassungsphänomen; da „eine unbegrenzte Dauer des Individuums ein ganz unzweckmäßiger Luxus wäre", hat sich nach den Prinzipien der Selektion bei den vielzelligen Organismen der Tod entwickelt, welcher bei den Einzelligen, weil Individuum und Fortpflanzungszelle noch ein und dasselbe bildeten, unmöglich war. Den Tod als Entwicklungsfaktor hatte Darwin entdeckt und damit ein Glied des Entwicklungsprozesses nachgewiesen, ohne welches letzterer unvollständig erschienen wäre. Die Tatsache, daß von den Organismen wegen „mangelhafter Zweckmäßig-

[1] Weismann: Über die Dauer des Lebens. Jena 1882. Über Leben und Tod. Jena 1892. Keimplasma. Jena 1892. Vorträge über Deszendenztheorie. 1902.

keit" stets bloß ein Teil zur Fortpflanzung gelangt und so in seinem Nachwuchs überlebt, und die Abhängigkeit dieses Überlebens unter wechselnden Existenzbedingungen von verschiedenen Eigenschaften definiert die ebenerwähnte Selektion, welche das Rätsel der Erhaltung einzelner Lebewesen von bestimmtem Typus verringert. Fehlen jeglicher Selektion wäre ungefähr gleichbedeutend mit der Annahme einer Unsterblichkeit des Organischen, nicht bloß in den Arten, sondern selbst der Individuen. Wie sollte dann aber gerade die Differentiation, welche nach der allgemeinen Annahme die Erhaltung verbessert und verlängert, diesen Fortschritt tatsächlich bedeuten? Wenn bei völliger Undifferenziertheit von Natur aus Unsterblichkeit gegeben ist, möchte Differenzierung eher einen Rückschritt bezeichnen!

Gegen diese Unsterblichkeitslehre und gegen den Tod als Anpassung, d. h. als während der Stammesentwicklung herangezüchtetes Phänomen, haben denn auch Goette und nach ihm andere Biologen Einwände erhoben und die Allgemeingültigkeit des natürlichen Todes darzutun sich bemüht (Verworn, R. Hertwig, M. Hartmann, Enriques, v. Provazek, Wedekind u. A.[1]).

Was Tod überhaupt ist, muß sonach zunächst an den höheren, vielzelligen Lebewesen, deren schließliches Sterben niemand bezweifelt, klargestellt werden. Zum Tod eines Lebewesens mit aus Zellen aufgebauten Organen, des Metazoons, gehört vor allem der Begriff Individualität. Der individuelle Tod gibt sich kund, physiologisch gesehen, in dem Aufhören der elementaren vitalen Erscheinungen des Stoff-, Form-, Kraftwechsels; morphologisch betrachtet im Dasein einer Leiche. Weismanns Definition des Todes hält sich, wenigstens scheinbar, exklusiv an den Be-Begriff der Leiche. Goette wiederum schaltet in seiner Auffassung des Todes als des Stillstandes des individuellen Gesamtlebens den postmortalen Zelltod und die Leiche vollständig aus diesem Begriff aus.

Biologisch entspricht das Protozoon einem ganzen vielzelligen Individuum. Hartmann wies nun darauf hin, daß bei der Zerfallteilung der Protozoen die künftigen Individuen augenscheinlich auch bloß aus einem Teil der organischen Substanz hervorgehen, das übrige stellt ebenfalls einen zugrundegehenden leichenartigen Teil dar. Solche „Restkörper"bildungen sind seither auch von Anderen nachgewiesen worden. Dann führen also gewissermaßen bloß Keime das Leben der betreffenden Protozoenspezies fort, der Organismus des Eltertiers stirbt in vollständiger Analogie mit höheren Organismen unter Hinterlassung einer Leiche. Und wenigstens im Prinzip ist ja gleichgültig, ob die Leiche aus einer großen Zahl von Zellen besteht oder aus Zellteilen. Da nun Todeserscheinungen in diesem auch der Weismannschen Definition entsprechenden Sinn in allen Protozoenklassen anzutreffen sind (während nahverwandte Arten allerdings keine erkennbare Leiche in diesem Sinne aufweisen), müßte zum mindesten angenommen werden, daß der „physiologische" Tod sich während der phylogenetischen Entwicklung bereits der Protozoen eingestellt habe. Dies schmälert aber doch die Bedeutung der Leiche, der nur mehr die untergeordnete Rolle einer Begleiterscheinung des natürlichen Todes zufällt, welche mit der ausgeprägteren Differenzierung somatischer Zellenelemente allmählich während der Stammesentwicklung entstanden ist.

Einen Ausgleich zwischen den beiden erwähnten divergierenden Lösungen des

[1]) Vgl. Hartmann: Tod und Fortpflanzung. München 1906. M. Verworn: Handwörterbuch der Naturwissenschaften IX. Jena 1913. Woodruff: Biological Bull. Vol. 17, 1909.

Todesproblems aber vermag die Auffassung der vereinigten Wirkung aller elementaren Lebenserscheinungen eines Organismus als dessen Entwicklung anzubahnen. Der Tod erscheint dann „als Stillstand der individuellen Entwicklung" (Hartmann). Hartmann und v. Provazek weisen darauf hin, daß schon bei einfacher Teilung die ursprüngliche Morphe aufhört, stirbt, in dem Moment, in welchem die Organzellen für die beiden Tochterzellen harmonisch umgearbeitet werden. Die im Bau vereinfachten Keime müssen, um die artcharakteristische Form wiederzuerlangen, eine mehr oder weniger umfängliche ontogenetische Entwicklung durchmachen, welche bei der Fortpflanzung dann abermals zum Stillstand kommt.

Mit der fundamentalen Weismannschen Entdeckung des gewaltigen Unterschiedes zwischen den der Vernichtung geweihten Körperzellen und den Keimzellen (Soma und Keimplasma) bei den vielzelligen Lebewesen jedoch hängt es zusammen, daß bei diesen nicht mehr wie bei den Protozoen alle Zellbildungen Fortpflanzungsakte sind; ein großer Teil der letzteren dient dem Wachstum und der Entwicklung der Individuen bzw. der mit der Differenzierung gesteigerten Arbeitsteilung. Die Körperzellen müssen nicht mit der Fortpflanzung sofort sterben; sie können, weil, abgesehen von der Fortpflanzung, aller sonstigen elementaren Lebenserscheinungen fähig, das Leben der Individuen noch weiter erhalten.

Wenn der natürliche Tod nicht als während der Stammesentwicklung herangezüchteter Zustand, nicht als Anpassung beurteilt werden kann, sondern einen elementaren, sämtlichen Organismen eigentümlichen individuellen Vorgang bildet, drängt sich als nächstes Problem auf: Wie ist denn nun der Tod auf andere allgemeine vitale Vorgänge, auf die Entwicklung und Organisationsprinzipien zurückführbar, also erklärbar? Die erwähnte Fortdauer der Metazoen über die Fortpflanzung hinaus regt ferner die Frage an nach der Regulation der Lebensdauer der einzelnen Arten.

Als direkte Ursache des natürlichen Todes hatte Goette die Fortpflanzung hingestellt, und auch Hartmann läßt die Frage nach den inneren Ursachen desselben zusammenfallen mit derjenigen nach der Ursache der Fortpflanzung. Hartmann sieht in beiden elementaren Erscheinungen des Todes und der Fortpflanzung bloß die positive und die negative Seite der Kontinuität der spezifischen vitalen Strukturen und der wellenförmigen Erhaltung des Lebens überhaupt im Sinne von Johannes Müller. Nun darf aber die Fortpflanzung der Zellen gelten als „ein Wachstum über ihre individuellen Maße hinaus". Bei den einzelligen Organismen trennen sich die Teilprodukte, um den Entwicklungskreis von vorn zu beginnen; bei der Entwicklung des Metazoenkörpers bleiben sie im Zusammenhang miteinander.

Das Wachstum ist eines der Faktoren, welche individuelle Erhaltung sichern. Das von Anfang dem Organischen mitgegebene rasche Wachstum schützte gegenüber den zahlreichen und mannigfaltigen Vernichtungsfaktoren. Nicht bloß von Nahrungszufuhr, auch von inneren Bedingungen ist das Wachstum abhängig.

Rubner hat jedenfalls das Verdienst, aus der geheimnisvollen Kraft des „Wachstumstriebs" einen der Experimentalkritik zugänglichen Begriff geschaffen zu haben. Zum ersten Male wurden Entwicklungsfragen dem Kalkul unterworfen.

Aron konnte nachweisen, daß es durch geeignete Nahrungsbeschränkung gelingt, wachsende Hunde beliebig lange auf konstantem Gewicht zu erhalten, wobei jedoch z. B. nur das Skelett wächst, und zwar auf Kosten anderer Körperteile (des Fettes, der Muskulatur). Rubner fand, daß Hefezellen im wachstumslosen Zustand durch

Nahrung sich nicht dauernd am Leben erhalten lassen, die Zellen verlieren ihr Rekonstruktionsvermögen für das teilweise Absterben des Protoplasmas, womit das Leben verknüpft ist. In diesem Sinne ist also Leben: Willen zur Macht! Bei den primitivsten Organismen vollzieht sich nun das Wachstum als Spaltung und Knospung, da gibt es keine sonstigen Lebensperioden. Fruchtbarkeit ist hier einerseits Anfang des Absterbens, andererseits die Quelle von Verjüngung und Dauer. Die Chancen der Erhaltung wachsen mit der Spaltung wegen der im Vergleich zum Ganzen größeren Oberfläche bei kleinerem Inhalt. Die neue Mischung der Lebenssubstanz bei der Zellteilung verschafft ihr die Jugendlichkeit wieder. R. Hertwig zeigte, wie hier öfter zu erwähnen sein wird, daß bei normalem Zellwachstum im Laufe der Zeit ein Mißverhältnis zwischen Kernmasse und Protoplasma erfolgt, indem der Kern zu stark wächst; die Zellteilung gleicht das Mißverhältnis aus. Die unter diesen Bedingungen immer vorhandene Vermehrung in hohen Prozenten ist gleichbedeutend mit einem Ausweichen der Selektion, bei der Undifferenziertheit die einzig mögliche Art der Lebenserhaltung.

Ein anderes der Erhaltung dienendes Organisationprinzip ist die Vervollkommnung der Individuen durch Komplikation der lebendigen Substanz in Zusammensetzung und Struktur. Bei der Differentiation im Körper vielzelliger Organismen übernehmen statt der Zellen zu den praraplasmatischen Substanzen gehörige Fibrillen wichtige Funktionen, so daß die erwachsenen Metazoen für viele Aufgaben von Formbildung, Reizleitung und Bewegung nach Friedenthals Bezeichnung in einen Fibrillenmechanismus übergehen. Die ontophylogenetische Einbeziehung dieser paraplasmatischen Substanzen als ursprünglicher „Stoffwechselrest" in den Körperbetrieb selbst, die Benützung von Reserve- und Abscheidestoffen überhaupt, also die Indienststellung dessen, was den Organismus belastete, wodurch vielfach der Betriebsausfall des rein vegetativen Lebens verdeckt wird: dies alles bedeutet schon eine Kompensation von Unvollkommenheiten des Stoffwechsels, welche durch eine mit rascher Zellvermehrung allein verknüpfte Verjüngung nicht zu erreichen war. Trotz dabei entsprechend abnehmender Fruchtbarkeit gewährt die Arbeitsteilung größere Existenzsicherheit (vgl. u. S. 232).

Das ungeheure Wachsen der Zellenzahl im Metazoenkörper wird dann aber selbst wieder zu einer Belastung. Die Komplikation des Lebensprozesses, der eine Kette von Schädigungen des Systems darstellt, ist somit ein Erwerb, der für sich wiederum Kompensationen nötig macht. Abgesehen von verschiedenen speziell der Verjüngung dienenden Entlastungen besteht diese Kompensation in der „Welle" des Generationsprozesses; die reifen differenzierten Individuen setzen mittels der Zeugung ihre Existenz in relativ undifferenzierten Nachkommen fort. Aus dem Gesichtspunkt der Unsterblichkeit ist, neben der Arterhaltung, die individuelle etwas bloß Sekundäres. „Ewig und unsterblich ist alles Sterbliche nur, wo es gebiert und zeugt."

Entsprechend der herrschenden, kürzlich wieder von Schaxel formulierten Anschauung, daß nicht der ganze Organismus, sondern lediglich die Zellen und Zellenabkömmlinge den Lebenszyklus vollziehen, und daß sich nur durch andauernde Ersatzschaffung für die im Niedergang begriffenen, bzw. ausgeschalteten Elemente sich das aus der Gesamtheit der Komponenten resultierende Leben der Person erhält, hat man auch den Tod auf die ununterbrochene angestrengte Leistung und die Abnutzung gerade der Zellen bezogen. Hier und da auftretende lokale Schädigungen

summieren sich, sie werden schließlich durch das Ineinandergreifen der chemischen und physikalischen Prozesse im Organismus nicht mehr ausgeglichen, so daß der ganze Apparat versagt. Für unsere Betrachtungsweise hat gerade auch der Tod zwei Seiten. Mit dem Tode des Individuums (dem mutuellen Tod) ist noch keineswegs der Tod aller Zellen und Gewebe verbunden: man denke z. B. an das herausgeschnittene Herz der Kaltblüter, an die Gewebskultur u. a. m. Lubarsch bestreitet mit Recht die Berechtigung der Zieglerschen Definition des Todes als Aufhören aller Funktionen[1]. Jores[2]) kennzeichnet praktisch den Tod als die mit dem endgültigen Stillstand der Atmung und des Kreislaufes gegebene, von einem Erlöschen sämtlicher Lebensvorgänge notwendig gefolgte dauernde Störung und Einstellung der Funktionen. Als morphologische Merkmale des menschlichen Todes gelten Totenstarre und besonders Totenflecke. Uns liegen biologische Merkmale näher. Ich denke an in den elektrischen Eigenschaften der Kolloide usw. begründete biolektrische Erscheinungen[3]. Die Grundbedeutung derselben dürfte in der Regulierung des Molen- und des Flüssigkeitsstromes in den Zellen liegen. Die elektrischen Erscheinungen hängen direkt mit der vitalen Erregung zusammen. Das lebende Gewebe bindet das in der Zellflüssigkeit befindliche Wasser fester als im toten Zustand, ähnlich Molen und Ionen. Die Differenzierung der Zellen muß auch Ursache einer Abänderung ihrer elektrischen Beschaffenheit sein usw. Das Aufhören z. B. des Aktionsstromes des Herzens bedeutet unmittelbar seinen Tod.

Das allgemein gültige Wesentliche aber des Gesamttodes ist das Aufhören der Individualität und das Ende der Entwicklung (der Entwicklungsarbeit). Diese Seite des Todes, die sich auf das originäre Ganze des Artexemplars bezieht, geht gerade auch die klinische Anthropologie an.

Eine anderweitige hierhergehörige, in Beziehung zum Sterben stehende Unvollkommenheit speziell der menschlichen Organisation werden wir noch kennenlernen: die Dysharmonie des psychischen Lebenstriebes beim Gewahren der nahenden Schatten des Todes in vorgeschrittenen, aber noch nicht zur physiologischen Sattheit gelangten Alter (Todesfurcht).

Man wird es verständlich finden, wenn ich mich für die folgenden Betrachtungen an eine Psychologie halte, welche die seelischen Vorgänge auf ihre Beziehungen zur Entwicklung, zur Lebenserhaltung, also überhaupt auf biologische Gesichtspunkte untersucht. Heute ist diese Betrachtungsweise, welche wenigstens gewisse sehr wichtige Seiten des Seelenlebens ins rechte Licht rückt, ziemlich allgemein. Ich selbst habe sie den Schriften Spencers, Machs, Herings, Avenarius, Steinthals, Vaihingers und Jerusalems entnommen. Nach Steinthal[4] ist das Bewußtsein nicht mit einem bloß passiven Spiegel zu vergleichen, der nach rein physikalischen Gesetzen die Strahlen reflektiert, es nimmt keinen äußeren Reiz

[1]) E. Ziegler: Allg. Pathologie. 11. Auflage. 1905.
O. Lubarsch: Jahreskurse für ärztl. Fortbildung, 1913, Januarheft.

[2]) Jores: Ergebnisse der allg. Pathologie. Jahrg. 13, 1910.

[3] Vgl. auch J. Bernstein: Elektrobiologie. Braunschweig, Vieweg, 1912.
A. D. Waller: Kennzeichen des Lebens. Deutsch von E. P. und R. du Bois-Reymond, Hirschwald, Berlin, 1905

[4] Steinthal: Einleitung in die Psychologie und Sprachwissenschaft, I. Bd. des Abrisses der Sprachwissensch. Berlin 1871.

auf, ohne ihn nach eigenem Maße zu gestalten, ganz so, wie auch der physische Organismus kein bloßes Gefäß ist, in das fremde Stoffe einfach eingefüllt werden, sondern ein chemischer Apparat, welcher sich die artgemäß verarbeiteten Nahrungsbausteine eingliedert. Die Seele ist nicht bloß aufnehmend, Wahrnehmungs- und Gedankenwelt sind kein Abbild der Wirklichkeit, sondern ein Mittel, sich an dieser zu orientieren; selbst die Empfindungen messen bloß Veränderungen in der Wirklichkeit. Die Psyche ist eben auch verarbeitend, ab-, um- und aufbauend und aneignend. Sie verfügt, speziell für die selbsttätige Aneignung der Innenwelt, für die Verarbeitung der Empfindungsinhalte, für den Apperzeptionsprozeß während des Wachstums im Laufe der Individualitätsphase, in bestimmten Formen des Anschauens und Denkens gewissermaßen bereitgehaltene assimilierende Organe. In erster Linie sind die Anschauungs- und Denkformen zu allerletzt zurückzuführen auf die genotypisch angelegte systematische Kombination von Analysatoren, welche in wechselseitiger Bedingtheit mit der Reizkonstellation, der Lebenslage die „Umwelt" art- und individualgemäß umprägen. Darin erblicke ich weitgehende Analogien mit der organischen Entwicklungsarbeit; ebenso in den speziellen organischen Grundlagen auch des einsichtigen Verhaltens.

Eine abschließende und abgerundete Formbildungs- resp. Wachstumstheorie wird man wohl erst von einer Fortführung der Untersuchung auf dem von Rubner eingeschlagenen Wege erwarten können. Ein Gegensatz zwischen Erregung und Wachstum als beseitigendem Faktor der Folgen der ersteren wird sich daraus nicht ergeben. Denn auch Entwicklung (Wachstum) ist ein Erregungsvorgang, eine Arbeit. Unterscheiden muß man allerdings zwischen Erregung und Erregungsausgleich, welch letzterer für sich Umformung und neue Mischung der lebendigen Substanz bedeutet.

Wir müssen uns vorläufig damit begnügen, daß der Entwicklungsstoffwechsel, indem er überhaupt auf Tätigkeit, nie auf bloße Erhaltung eingestellt ist, auf einen artgemäßen Fortgang dieser Prozesse (Entwicklung) hinausläuft. Auch heute ist die auf Grund von Versuchen über den Einfluß des Lichts auf die Blätterbildung und dem Studium von Regenerationserscheinungen zustande gekommene Hypothese der Organbildung von Sachs[1]) noch besonders beachtenswert. Daß den Verschiedenheiten in der Form der Organe Verschiedenheiten in ihrem chemischen Aufbau vorausgehen, setzt Sachs als selbstverständlich voraus. Diese chemischen Verschiedenheiten denkt er sich auch als die Ursache der Strukturdifferenzierung. Nicht die Menge der gebildeten Stoffe allein bestimmt die Natur der Organe, sondern auch Qualität und Mischung derselben. Es gibt (in der Pflanze) soviele spezifische Bildungsstoffe, als verschiedene Organe gebildet werden. Mit dem Mendelismus läßt sich eine solche Vorstellung in Einklang bringen. Weitere wichtige Aufklärungen ergeben sich aus den Loebschen Experimenten über Regeneration. Zu erwähnen wären hier noch die Feststellungen Mieschers am laichenden Lachs (vgl. oben S. 10). Erinnern möchte ich auch an das bereits früher über die Induktion im organischen System Gesagte (vgl. oben S. 9). H. Przibrams[2]) mathematischen Versuch der Behand-

[1]) J. Sachs: Stoff und Form der Pflanzenorgane. Arbeiten des botan. Instituts Würzburg, Bd. II, 80. Gesammelte Abhandl., Bd. II, Leipzig, 1892.

J. Loeb: Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig, Barth, 1906.

[2]) H. Przibram: l. c.

lung dieses Gegenstandes (Entwicklungsarbeit) haben wir (vgl. oben S. 98, 114) bereits angedeutet.

Chemische Wachstumsreize

II. Chemische Wachstumsreize (ohne besondere bauliche Veränderungen) gibt es in beträchtlicher Zahl[1]. In Pilzkulturen kann ein Reizstoff Myzelwucherung verursachen, ohne die Konidienbildung zu fördern[2]. Der ganze Organisationsplan bei verschiedenen Gruppen des Tierreichs hängt von gewissen chemischen Umsatzformen ab, man denke z. B. an Chitin (Arthropoden) und Knochen (Wirbeltiere[3]).

In der Ontogenese jedes zusammengesetzten Organismus geht die Lebenstätigkeit des Keims zugunsten des Anlagenbestandes allen komplizierten Ausgestaltungen des Körperbaues voraus. Die chemisch-physikalische Natur der Erbeinheiten (Gene) ist allerdings unbekannt. Die Wirkung ihrer Anwesenheit kann aber überhaupt kaum mit etwas anderem verglichen werden, als mit der Tätigkeit von Katolysatoren (Fermenten) in Beziehung zu einem für diese „schloß"artig disponierten Substrate[4]. Formative Vererbungsvorgänge ohne begleitende hereditäre chemische Erscheinungen sind kaum denkbar. Die Farbenunterschiede z. B. von entsprechend der Bastardspaltungsregel weißen dominierenden und rezessiven Pflanzenrassen, wie bei an Primula chinensis vorgenommener Kreuzung, lassen sich bereits chemisch charakterisieren: die rezessiv weißen Blüten geben ohne weiteres Peroxydasenreaktion, die dominierend weißen erst nach Beseitigung gewisser besonderer Hemmungskörper durch Zyanwasserstoff[5]. Auch nach H. de Vries[6] beziehen sich die Gesetze der Vererbung und Variation ganz im allgemeinen ebenso wie auf die gestaltlichen ebenso auf die chemischen Merkmale.

Ich möchte auch in diesem Zusammenhang nochmals erinnern an einen Versuch von Herbst[7], welcher zeigt, daß der Kalk von ausschlaggebender Bedeutung ist für die Ermöglichung individueller Formbildung. Im Seewasser ohne Kalzium geht die Furchung des Seeigeleies weiter, aber die Blastomeren fallen nach jeder Einzelteilung auseinander, so daß am Schluß die etwa achthundert (gewimperten) Zellen isoliert vorhanden sind. Ein analoger Verzicht auf höhere gestaltliche Gliederung bei Mukor infolge Abwesenheit von Sauerstoff, ist ebenfalls bereits früher (vgl. oben S. 38, 58) erwähnt worden.

Übergänge von reichlicher zu kärglicher Ernährung verursachen Sporenbildung. Bestimmte Ernährungsverhältnisse lassen Kulturen entstehen, welche erblich das Vermögen der Sporenbildung verloren haben[8]. Leichter noch als die Wuchsform

[1] Vgl. F. Czapek: l. c.

[2] H. J Watermann: Königl. Akad. Amsterdam, Nov. 1912.

[3] Vgl. G. Bohn: Neue Tierpsychologie. Deutsch R. Thesing. Leipzig, Veit, 1912.

[4] Vgl. W. Bateson: Mendels Vererbungstheorie. Deutsch von A. Winckler. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1914.

[5] F. Keble und E. F. Armstrong: Proceed Royal Soc., 85. Bd., 1912.
Keebles Adress to botan. Sect. of the brit. Assoc. Ado. Sci. Dundee 1912.

[6] H. de Vries: Mutationstheorie I, 1901.

[7] C. Herbst: Archiv für Entwickl.-Mechanik. XVII. 1904.

[8] G. Klebs: Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, 35, 1900. Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. 1896.
C. R. Loeb: Carlsberg 1883.
F. Czapek: l. c.

wird bei Pilzen, z. B. bei Aspergillus, durch chemische Reizung die Konidienbildung gehemmt, was sehr auffallende gestaltliche Abweichungen zur Folge hat[1]).

Biochemie des Befruchtungsvorganges.

Weiter existiert bereits eine Biochemie des Befruchtungsvorganges[2]) (Gelingen der künstlichen Parthenogenesis durch chemische Reize, kolloid-chemische Befruchtungstheorie, Folge der Vorbehandlung des Spermas mit Radiumstrahlen, chemische Beeinflußbarkeit der Spermaeinwirkung auf die Eizelle u. a.) Es ist besonders die kolloid-chemische Betrachtungsweise, welche, ganz abgesehen von den allgemeinsten physikalischen und strukturellen Eigenschaften, sowie vom Aggregatzustand des Protoplasmas, Licht wirft auf einschlägige Probleme der kausalen Morphologie. So ist bereits festgestellt, daß die zur gestaltlichen Entwicklung den Anstoß gebende Astrospärenbildung (z. B. im Seeigelei) auf Koagulation (Sol-Gelbildung) der Plasmakolloide beruht. Auch das gemeinsame Moment aller Methoden der Loebschen künstlichen Befruchtung[3]) sind kolloide Zustandsänderungen, speziell Koagulationen; alle die Mittel zur Entwicklungserregung können auch zur Gerinnung von Eiweißsolen verwendet werden. Schon Bütschli hat denn auch (ohne Kenntnis der Koagulationstheorie der Befruchtung) durch lokal orientierte Gerinnungsprozesse den Astrophären vergleichbare Strukturen hervorgerufen. Dazu werden voraussichtlich noch anderweitige chemische Prozesse kommen. So wissen wir bereits, daß O_2-entziehung die pflanzliche Karyokinesen sistiert[4]). In einer Kohlensäureatmosphäre vollzieht zwar der Tradeskantiakern die Teilung, es unterbleibt jedoch die Ausbildung der Zellquerwand und damit die Trennung in zwei Tochterzellen[5]). Die von St. Léduc[6]) und von Bernstein[7]) unter spezieller Berücksichtigung noch anderer chemisch-physikalischer Theorien gemachten Modellversuche, betreffend die Karyokinese, sind vorläufig wenigstens beachtenswerte Vorwegnahmen einer synthetischen Biophysik.

Notwendigkeit der praktischen Unterscheidung von Gestalt und Leistung.

12. Die getrennte Betrachtung von Gestalt, speziell den bleibenden von Strukturen, und von Leistungen des Organismus ist praktisch natürlich berechtigt und notwendig. Der Genotypus ist in concreto von (in weiterem Sinne) geformter lebendiger Substanz nicht trennbar wie etwa ein freies Ferment von der Zelle. Insofern ist gestaltliche Organisation für das Leben ab origine charakteristisch. Die Differenzierungsspezifizität ist das Entscheidende für alle speziellen vitalen Funktionen. Der Funktionscharakter der Einzelgewebe ist allerdings nichts grundsätzlich Neues. Alle Leistungen differenzierter Zellen sind in der genotypischen Konstitution vorgesehen, nur zu einer gewissen Einseitigkeit und Übertreibung entwickelt. Aber ohne Diffe-

---

[1]) Richards: Jahrb. wissenschaftl. Botan., 30, 1907.

[2]) J. Loeb: Americ. Journ. Physiol. 3, 4. Bd., 1901. Über den chemischen Charakter des Befruchtungsvorganges. Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik, H. 2, 1908. Pflügers Archiv, 93. Bd., 1902, ibid., 99. Bd., 1903.

Th Boveri: Sitzber. morph. physiol. Ges. München, V, 1889.

O. G. und P. Hertwig: Arch. mikr. Anatom. 77, 79. Bd., 1912.

[3]) J. Loeb: Chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies. Berlin, Springer. Wesen der formativen Reizung. Berlin 1909.

Wo. Ostwald: l. c.

[4]) Andrews: Am Journ. of Botan. 19, 1905.

[5]) Demoor: Contribut. à l'étude de la physiol. et de la cellule. Arch. de Biol., T. 13, 1894.

[6]) St. Léduc: Synthetische Biologie, deutsch von A. Gradenwitz. Halle, Hofstetter, 1914.

[7]) J. Bernstein: Elektrobiologie. Braunschweig, Vieweg, 1912.

renzierung gäbe es keine spezielle Physiologie. Schließlich führt die Differenzierung (Ch. Sedgwick Minot braucht den weiteren Begriff „Cytomorphose"[1]) zu Degeneration und Tod, woraus auch ihre pathologische Bedeutung erhellt.

Wer, wie es gegenwärtig allgemein üblich ist, von der Organisatorik im morphologischen Sinne ausgeht, sollte indessen nicht außer acht lassen, daß, soweit ein „Träger" der Lebenserscheinungen wissenschaftlich abstrahiert werden kann, ohne jeweils vor allem die Gesamtheit der konkret stattfindenden chemisch physikalischen Prozesse zu berücksichtigen, als allgemeinste Grundlage das Protoplasma schlechthin sich herausstellt. Auch wo man in letzteren keine mikroskopisch kenntlichen Dauerapparate aufweisen kann, sind doch spezifisch wirkende solche vorauszusetzen. Vorübergehend sich bildende Kolloidstrukturen ermöglichen vielfach die chemischen Leistungen der lebendigen Substanz[2]. Die dauernden histologisch charakterisierbaren Formen sind in allen Übergängen verwirklicht anzunehmen[3].

Chemomorphosen. Chemische Organisation des Protoplasmas.

Wenn die Bildung aller lebendigen Substanz auf chemische Affinität zurückzuführen ist, wäre die ganze Morphogenesis der Organismen von der Eizelle bis zum Tode, eine sehr mannigfaltig zusammengesetzte und ablaufende Verwicklung von „Chemomorphosen". Letztere bezeichnen, im Sinne von Czapek, nicht einzelne Stücke des Werdeganges. Vielmehr steht die ganze Ontogenese und überhaupt die Individualitätsphase unter der Herrschaft von chemisch physikalischen formativen Reizfolgen. Das Protoplasma wird gleichzeitig gestaltlich und biochemisch organisiert, bzw. differenziert[4], wie es z. B. nicht bloß eine morphologische, sondern auch eine chemische Symmetrie des Organismus gibt[5].

Widerstreitende, rein chemische und einseitig morphologische Erklärungsversuche[6], Stofftheorie und Mechanismus der lebendigen Substanz, können zur Konvergenz gebracht werden im Nebeneinandergehen der stofflichen Verschiedenheiten einer-, und der chemisch physikalischen Zustandseigenschaften bzw. der einschlägigen Reaktionen mit höheren Formdifferenzen andererseits.

Plasmodien. Zellen.

13. Mehr und mehr dringt gegenwärtig die Ansicht durch, daß die Sonderung des Protoplasmas in Kern und extranukleares Plasma (Plasmodien, Syncytien) ein allgemeineres Organisationsprinzip darstellt, als die weitergehende Differenzierung in gesonderte zelluläre Territorien[7].

Den Grund für die erstgenannte Differenzierung sucht man wohl mit Recht in der räumlichen Trennung chemischer Prozesse. Man vermag leider nicht zu sagen, daß im übrigen der funktionelle Bau der Zelle halbwegs befriedigend aufgeklärt ist; man kann die morphologischen Befunde nur teilweise mit chemischen, kolloidchemischen und physiologischen Vorstellungen decken. Was zunächst den Kern (die Chromosomenmasse) und den Zentriolenapparat (das Mikrozentrum) betrifft, so ist Vieles bekannt, was ihre Bedeutung für alle organisierten Prozesse (Wachstum, Teilung)

[1] Ch. Sedgwick Minot: l. c.
[2] F. Hofmeister: l. c.
[3] Vgl. auch Fr. Czapek: l. c.
[4] F. Hofmeister: l. c.
[5] J. Loeb: Bedeutung der Tropismen für die Tierpsychologie. Leipzig 1909.
[6] J. Sachs: l. c.
J. Reinke: Einleitung in die theoretische Biol. 2. Aufl. 1911.
[7] M. Heidenhain: l. c.
V. Haecker: Allg. Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig, Vieweg, 1912.

außer Zweifel stellt. Auch bei pathologischen Neubildungen spielen sie eine nachweisliche Rolle. Bei einer gewissen Zahl von Protozoen (Heliozoen) mit sog. bläschenförmigen Kern tritt ein Teil, das Karyosom („Innenkörper"), ins Protoplasma und bildet hier, dauernd im vegetativen Leben, einen zentrosomenähnlichen Strahlenkörper. Dieser zweite Kern wird mit der Zentrosphäre der Metazoen verglichen. Schaudinn, Provazek u. A. leiten denselben ab vom „Binuclearkern" der Protozoen[1]. Bei Paramoeba Eilhardi funktioniert der Nebenkern tatsächlich wie eine Zentrosphäre, er läßt aus sich die Zentralspindel hervorgehen. Gewöhnlich ist aber das Karyosom wie die Zentrosphäre der Metazoenzelle ein zyklisches Organ. Nach Hartmann enthält der Innenkern viel Plastin, welches periodisch eine gelbildende Substanz entstehen läßt, die bei der Kern-(Zell-)teilung wichtig ist, indem sie die zähflüssigen, gerichteten Strukturströmungen von beständigerer Natur im Kern, bzw. auch im Protoplasma hervorruft, welche als Strahlen (Zentralspindelstrahlen) erscheinen. Ihr periodisches Auftreten hängt mit der zyklischen Natur des gesamten Organismus zusammen. Schon das Karyosom ist polar differenziert, es teilt diese Polarität der Zelle mit. Bei Wachstum und Teilung teilt es sich einseitig. Die Teilungsachse der zweiten Karyosomteilung ist (wie bei den Zentrosomen der Metazoenspermien) zur ersten Teilungsebene um 90° gedreht. Interessant ist (bei den höher organisierten) Protozoen ein anderer Kerndifferenzierungsprozeß. Es finden sich da zwei Arten von Kernen, der kleine, mitotisch sich teilende, und der große Kern. Der Makronukleus soll besonders während des vegetativen Lebens eine gewisse Rolle spielen, während der Geschlechtsperiode (Konjugation) geht er zugrunde. Der Kleinkern (Geschlechtskern) weist Reduktionskörperbildung auf und liefert einen stationären und den Wanderkern, welch letzterer schließlich mit dem stationären Kern des Konjugationspartners zu einem neuen Kern sich vereinigt. Der „Frischkern" bildet dann wiederum einen Makro-, (Soma-) und Mikronukleus. Man glaubt, daß der Geschlechtskern (teilweise) aus dem Karyosom hervorgeht. Bei niedrig differenzierten Protozoen ist nach Schaudinn die Substanz des Geschlechtskerns nicht an einen besonderen Kern gebunden, sondern tritt frei im Protoplasma auf, in Form von diffusen, sich vermehrenden Massen (Geschlechtschromidien). R. Hertwig[2]) wies neben letzteren auch noch vegetative solche nach. Die Zahl dieser Art von Chromidien nimmt bei übermäßiger Fütterung, wie bei intensivem Hunger zu. Sie stammen aus dem Chromatin des Kerns, indem chromatische Bestandteile ins Plasma geraten. Auf diese Weise reguliert sich nach Hertwig das Verhältnis von Kern und Plasma („Kernplasmarelation"). Diese wird als eine für das normale Bestehen der wichtigsten vegetativen Lebensfunktionen der Zelle auf einer bestimmten, für die Konstitution jeder Spezies eigenartigen Höhe gehalten. Überfütterung z. B. überführt (bei Aktinosphaeren) nach Hertwig die ganze Kernsubstanz in diffuse Chromidien, das Individuum, nunmehr unvermögend sich zu reorganisieren, geht zugrunde. Das Wichtigste, was wir überhaupt über die Wechselwirkung zwischen Kern und Protoplasma wissen, schlägt hier ein und ist, trotz vieler noch vorhandener Kontroversen, für Organisations- und Konstitutionsfragen überaus wichtig.

[1]) Vgl. v. Provazek: Einführung in die Physiologie der Einzelligen. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1910.

[2]) R. Hertwig: Arch. für Protistenkunde. Bd. I. Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. München 1904. Über neue Probleme der Zellenlehre. Arch. für Zellforschung. I. Bd. 1908.

Für den Übergang vom plasmodialen zum eigentlich zellulär gegliederten Zustand, in welchem eine bestimmte Plasmamenge sich im Umfang eines bestimmten Kerns abgrenzt, sollen im allgemeinen Konstruktionsmaterial und Konstruktionsergebnis maßgebend sein. Als Beispiele führt Haecker[1]) die Glasschwämme und gewisse hochorganisierte Radiolarien an. Das Kieselskelett in beiden genannten Tiergruppen ist das einemal in Stücken isoliert, im anderen Falle kontinuierlich: entscheidend dafür erweist sich die Konsistenz der lebendigen Masse. So würden auch die Ausbildung des plasmodialen, des zellulär gegliederten oder des syncytialen Gewebstypus abhängen von den physikalischen Eigenschaften des Protoplasmas und der Protoplasmaprodukte. Überdies wäre gerade die Zellteilung mit ihrem Rhythmus, sowie mit ihrer Richtung und die zellulare Gliederung für bestimmte Bedürfnisse der Formgestaltung (Wand der Blastula, der Keimblätter, Falten und Gewölbebildungen, Verschiebung von Formelementen u. a.) besonders geeignet und damit für die Form des Ganzen und der einzelnen Körperteile bestimmend.

Zelle als Biosystem.

14. Uns kommt es nicht bloß auf die Genese, resp. auf eine genetische Theorie, sondern vor allem auf histophysiologische Prinzipien für den fertigen Körper an. Wird, wie es natürlich immer wieder geschehen muß, von der Entwicklung ausgegangen, ist sie auch vom ersten Keim bis zur höchsten Entfaltung, ja bis zum Ende der Individualitätsphase zu verfolgen.

Man sollte sich immer erinnern, daß die Unterscheidung von Geweben etwas viel Älteres ist, als die mikroskopische Forschung überhaupt. Die Kenntnis einer gewissen Anzahl von Geweben hatten schon die Alten. Der Erste, welcher die Lehre von den Telae für die Zwecke der (menschlichen) Anatomie zusammenhängend behandelte, ist G. Fallopia gewesen. M. Malpighi wiederum hat zuerst Vergrößerungsgläser zum Studium des feineren Baues herangezogen. Das Mikroskop spielte aber keine Rolle bei dem nosologischen Hinweise Pinels auf die große Ähnlichkeit der Erkrankung bestimmter Gewebe in den verschiedensten Körperteilen und bei der Aufstellung von 21 Geweben des menschlichen Körpers durch die allgemeinanatomischen Untersuchungen Bichats, welcher sich an mannigfache — morphologische, chemische, physikalische und physiologische — Methoden für die Unterscheidung gehalten hat. Bichat ist es gewesen, welcher, auf Grund von zahlreichen Krankenbeobachtungen und Leichenöffnungen, darauf hinweisen konnte, daß in den Organen meist nur einzelne Gewebe erkranken, daß die verschiedenen Gewebe dies in ganz bestimmter Weise tun und daß wiederum davon die Krankheitssymptome herrühren[2]). Bei aller Hochschätzung der durch mikroskopischen Forschung vertieften Zellularpathologie muß man aber doch immer auch wieder zur Gewinnung umfassender Standpunkte zurückgreifen auf die Zeiten vor Schwann und Schultze. Die moderne Physiologie, besonders die Anschauungen Herings, bieten uns erwünschte experimentelle Möglichkeiten. Natürlich kommen wir dabei vielfach auf

[1]) V. Haecker: Allg. Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig, Vieweg, 1912.

[2]) G. H. Weber: Handbuch der Anatomie des Menschen, I. 1. Aufl. Braunschweig 1830.

G. Fallopia: Lectiones de partib. sim. corp. human. a Coiter collect. Norimberg. 1775.

Ph. Pinel: Nosograph. philosoph. Paris 1793. 6. Aufl. Paris 1818.

Fr. X. Bichat: Anat. génér. appliquée à la physiologie et à la médecine. Paris 1801.

M. Schultze: Arch. f. Ana. Physiol. 1861. Das Protoplasma der Rhizipoden und Pflanzenzellen. Leipzig 1863.

Gewebe, Organe und deren histioide Elemente als dem Übereinstimmenden in allem Lebendigen zurück.

Speziell die Zelle als Biosystem gilt uns heute zunächst als Werkzeug der Ontogenese (alle Metazoen entwickeln sich aus einer befruchteten Eizelle), überhaupt der organischen Produktion. Ihre Hauptleistung ist „Vermehrung der entwicklungsphysiologischen Einheiten auf dem Wege der Teilung". Sie bewahrt sich jedoch auch späterhin den morphogenetisch-trophisch-regulatorischen Charakter und höchst bemerkenswerte Grade von Autonomie. Wie (seit Spencer) zuerst O. Hertwig[1]) in seiner „Theorie der Biogenesis" scharf auseinandersetzte, kennzeichnet die Zelle aber auch ganz direkt das Verhältnis der Integration zum Körperganzen („Doppelnatur" der Zelle).

Aus diesem Gesichtspunkte hat die zellulare Doktrin heute zum Teil eine noch größere Bedeutung, als zur Zeit ihrer Begründung. Besonders, wenn sie mit der Lehre von der physiologischen Autonomie der Gewebe und Organe verknüpft wird. Andererseits läßt die Zytologie schon morphologisch die Gewebslehre nicht ohne weiteres erschließen und erschöpft nicht alle Fragen der Biologie. Die medizinische Erkenntnis ist bereits im Begriff, sich teilweise über zellulare Morphologie, Physiologie und Pathologie im ursprünglichen Sinn hinaus zu entwickeln. Dies gilt besonders für die Formulierung der zellulären Doktrin als Bausteintheorie und als Lehre vom Zellenstaat.

E. Rohde[2]) hat sich bemüht nachzuweisen, daß die Gewebszellen nicht, entsprechend der allgemeinen Annahme, die direkten Abkömmlinge von Embryonalzellen sind, sondern Neubildungen, welche sekundär oder selbst tertiär in der verschiedensten Weise, oft organartig, oder durch eine Art freier Zellbildung, aus vielkernigen Plasmamassen hervorgehen, die ihrerseits wieder entweder das Verschmelzungsprodukt von ganz indifferenten Embryonalzellen darstellen (Synzytien) oder schon primär im Ei entstehen, d. h. durch den Kernteilungsprozeß vielkernig gewordenen Abschnitten des Eies (Plasmodien) entsprechen. Er zeigt dies zunächst am Beispiel der quergestreiften, der glatten und Herzmuskulatur. In letzterer kommen vollständig gesonderte Muskelfasern überhaupt nicht zustande, sondern die Muskelfibrillen entwickeln sich zu einem Synzytium, welches schon in den frühesten Entwicklungsstadien zur Beobachtung kommt und aus einem primären Plasmadium hervorzugehen scheint. Godlewski[3]) zeigte überdies, daß die Fibrillen nicht auf die Muskel„zellen", welche man bekanntlich früher unterscheiden zu können glaubte, beschränkt bleiben, sondern sich über viele derselben ausdehnen. Analog wie die Muskulatur erhalten sich nach Rohde die allerverschiedensten Gewebsformen: das Nervensystem, die Geschlechtszellen, die Bindesubstanzen, die Epithelien. Häufig erfolgt auch histologische Differenzierung und Wachstum in den vielkernigen Synzytien, welche aus Verschmelzung von indifferenten Embryonalzellen entstanden sind, oder in den vielkernigen Plasmadien, welche primär im Ei durch den Kernteilungsprozeß entstehen, ehe noch die Gewebszellen zur Ausbildung kommen[4]). Rohde schließt, daß es sich hier um ein allgemeines Gesetz handelt. Er verweist

[1]) O. Hertwig: l. c.

[2]) E. Rohde: Zum histologischen Wert der Zelle. Ztschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 78. Histogenetische Untersuchungen, I. Breslau, Kern, 1908.

[3]) Godlewski: Entwicklung des Skelett- und Herzmuskelgewebes. Arch. f. mikroskopische Anatomie 1902.

[4]) Vgl. auch Ch. Sedgwick Minot: Moderne Probleme der Biologie. Jena, Fischer, 1913.

auch noch auf die einschlägige Literatur der Regeneration und auf die Pathologie, z. B. der Geschwülste[1]: auch hier kehren die Gewebe oft auf den synzytialen und plasmodialen Zustand zurück. Wie de Bary[2]) für die Pflanzen, spricht Rohde es auch für die Tiere aus: Die Tiere bilden Zellen, werden aber nicht von Zellen gebildet. Die höheren Pflanzen und Tiere würden dann einheitliche vielkernige Protoplasmamassen darstellen. Die Metazoen hätten den Wert einer Zelle, deren Kern sich vielfach teilte und differenzierte. Die Zellen sind sekundäre Bildungen, welche in der Umgebung der Kerne entstehen. Der Hauptunterschied der Metazoen gegenüber den Einzelzellen besteht in der weiter fortgeschrittenen geweblichen Differenzierung, welche sich bei den ersteren jedoch — ähnlich wie bei den vielkernigen Protozoen — in vielkernigen Plasmodien vollzieht. Nach Rohde's Ansicht wäre die Differenzierung an Granula gebunden. Bei der fortschreitenden Differenzierung spielen eine bedeutende Rolle die Kerne, indem sie qualitativ verschieden werden und verschieden auf das Plasma einwirken[3]). Dies entspräche der Lehre Boveris[4]) von der Chromosomenindividualität.

Jedenfalls bedarf eine histo-physiologische Gewebstheorie des entwickelten Körpers allgemeinerer Prinzipien der Gliederung der lebendigen Substanz als die Zellenlehre im alten Sinne[5]). In einer solchen ist auch die Zelle eine spzielle Form der Ausgestaltung, ein bestimmter Apparat der lebendigen Substanz, selbst eine Assoziation ungleichartiger Formbestandteile. M. Heidenhain weist besonders auf die Metaplasmen hin. Die Bindegewebsfibrillen sollten bald innerhalb, bald außerhalb der Zellen entstehen. Rohde hat wahrscheinlich gemacht, daß bei bestimmten Vertretern der Bindegewebsgruppe, leicht nachweisbar beim Knorpel, ursprünglich ein Plasmodium vorhanden ist, dessen Plasma allenthalben Fibrillen bilden kann. Die als Zellen bezeichneten Teile sind die nicht zu Grundsubstanz (resp. Fibrillen) differenzierten Reste jenes Plasmodiums, welche aber im Innern mit der Produktion von Grundsubstanz fortfahren können, oft in einem Maße, daß sie völlig aufgehen in letztere, und daß nur die Kerne übrigbleiben. Feste, räumliche Beziehungen zwischen Zellen und Metaplasmen — analog denjenigen zwischen Zellkern und Plasma — fehlen. Man kann den Matrixzellen nicht etwa ausschließlich die Regulation vindizieren, denn die Ernährung der Metaplasmen ist von der Gewebslymphe, also vom Ganzen des Organismus, abhängig. Den Metaplasmen kommt das Vermögen des selbständigen Wachstums, der Vermehrung durch Spaltung und dgl. zu. Auch die quergestreiften Muskelfasern und die nervösen Gebilde sind nicht einfach im Schema der Zelle unterzubringen. Nach Rohde hat die quergestreifte Muskelfaser mit den Embryonalzellen direkt nichts zu tun, sie ist eine Neubildung, ähnlich einem Organ, welche aus einem vielkernigen Synzytium (Plasmodium) entsteht und schon von vornherein

[1]) Ribbert: Lehrbuch der Geschwülste. Bonn 1904.

[2]) de Bary: Botanische Zeitung, 1879, S. 222. Vgl. auch J. Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 34. Vorl. 1882.

Rauber: Neue Grundlegungen zur Kenntnis der Zelle. Morph. Jahrb., 8. Bd. 1883.

Whitman: The inadequalcy of the cell Theory of development. Woods. Holl. Biol. Lect. 1893.

[3]) Vgl. das Verhalten des Chromatins in den Kernen junger Muskelfasern, Eydeshymer Amer. Journ. of Anatomy, III.

[4]) Th. Boveri: Ergeb. über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena 1904.

[5]) Vgl. für das Folgende vielfach M. Heidenhain: Plasma und Zelle. Jena 1907.

mehrkernig sein kann. Auch bei der Entwicklung des Rückenmarks und der Spinalganglien verschmelzen die primären Embryonalzellen sekundär zu einem einheitlichen vielkernigen Synzytium, in welchem sich tertiär Ganglienzellen und Nervenfasern bilden. Letztere stellen sonach ebenfalls gegenüber den Embryonalzellen vollständige Neubildungen dar. Der Körper verharrt also nicht in der primitiven rein zelligen Gliederung, resp. auf der Stufe des primären Symplasmas. Das Prinzip der Zellenbildung ist teilweise zugunsten der Zusammensetzung aus höhergestalteten Formen aufgegeben. Über alle Stufen sehen wir bloß die Kontinuität der lebendigen Substanz selbst schreiten. Somit ist auch die Zelle nicht als biologisches System (Elementarorganismus) die Ursache des Lebens. Leben ist eine „die lebendige Substanz bis auf die kleinsten Teile hinab durchdringende solidarische Begabung, überall mit jenem Grade der Erregbarkeit und Wirksamkeit, welche im ganzen das Leben der Person (im Sinne der generellen Morphologie) ausmacht". Als Anfang eines Individuums ist ebenfalls nicht unbedingt eine ganze Zelle nötig, es genügen schon (nicht zu kleine) Stücke einer Zelle, welche allerdings bestimmte Bestandteile, vor allem den Kern enthalten müssen. Ebensowenig ist die Arbeitsteilung, resp. die fortschreitende funktionelle Differenzierung absolut gebunden an zellige Struktur. Individualitätsstufen niederer und höherer Ordnung (Plasmodien), wie z. B. Schlauchalgen, aber auch Metameren und selbst Personen, weisen eine solche auf.

Zelle und Differentiation.

Gewinnt auf diese Weise die Zellenlehre eine plastischere Gestalt, bleibt ihre große Bedeutung auch in der generellen Morphologie doch unberührt.

Physiologisch verknüpft sich die Zellenlehre vor allem mit dem Problem der Differenziation. Die Zergliederung des Leibes der Metazoen und der höheren Pflanzen in Einzelzellen dient wesentlich der Differenzierung, sie macht eine solche überhaupt erst möglich. Allerdings erscheint gerade von diesem Standpunkte die zellulare Gliederung als Teilphänomen eines noch allgemeineren Organisationsprinzips, des Flächenprinzips, das schon im Kolloidzustand der organischen Substanz, aber z. B. auch in der Entfaltung und Zottung des Darms, in der Alveolisierung der gasaustauschenden inneren Lungenoberfläche, in der Kanälchenbildung, in der weitgehenden Verzweigung der Gefäßbahn und in dem Rubnerschen Flächengesetz der Energieproduktion zum Ausdruck kommen[1]). Noch wichtiger ist die (chemische) Organspezifizität geworden. Diese beweist, daß die Differenzierung der Zellen während der Ontogenese viel weiter geht in Struktur und in Funktion, als die ursprüngliche Zellenlehre annehmen konnte. Jedes Gewebe führt ein Eigenleben, es besitzt weitgehende Selbständigkeit. Das Nervensystem kann nicht mehr angesehen werden als der alleinige Faktor, welcher den Teilen des Organismus Erregbarkeit, Kontraktilität, Rhythmus, Sekretion usw. verleiht. Besonders in Muskel und Drüsenzellen ist eine auf Grund der Organspezifizität zustande gekommene Autonomie des Funktionscharakters nachgewiesen. Die Differenzierungsspezifizität ist, ebenso wie die Artspezifizität, biochemisch erwiesen, sie kommt im Stoffwechsel zum Ausdruck und stützt sich auf ein großes, auch praktisch bedeutsames experimentell-physiologisches Material, sie äußert sich in zahlreichen und wichtigen Tatsachen der Regeneration, in der sog. Gewebskultur und in der Selbstdifferenzierung während der Ontogenese. Vielleicht bekundet sich die weitgehende Selbständigkeit der Körperteile endlich auch noch in dem wenigstens grund-

[1]) Vgl. auch A. v. Tschermak: Führende Ideen in der Physiologie der Gegenwart. Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 42.

sätzlich vorhandenen Vermögen jeder der beiden Gameten, für sich allein den ganzen neuen Organismus zu entwickeln[1]).

Je schärfer aber die Differenzierungsspezifizität sich abhebt, desto leichter muß es sein, die mittlere Linie zwischen ihr selbst und dem nicht minder wichtigen, mit ihr verknüpften Integrationsprinzip zu finden. Vermittler des letzteren sind die Kombination der Gene und die Korrelation im Phänotypus durch Nervensystem endokrine Organe und Bindegewebe. Einer Abgrenzung der klinisch pathologischen Bedeutung der Integration ist diese Arbeit gewidmet.

Wenn gegenüber der morphologischen Zellehre, welche, wie wir sahen, nicht einmal die Gewebslehre ohne weiteres erschließen läßt, die physiologische Autonomie der Teile immer mehr hervortritt, wird man doch immer wieder zu fragen haben, ob eine speziell ins Auge gefaßte Lebenserscheinung an und für sich auf eine gewisse Zelle als Ganzes, als vitales System zurückzuführen ist. Gewiß müssen wir die Lebensprozesse vor allem an dem Orte kennenlernen, wo ihr Sitz und Herd ist. Aber natürlich will eine zellulare Biologie doch mehr sein als der Ausdruck der histioiden Gliederung der organischen Substanz. Das physiologische Kriterium „zellular" hat man speziell an das nachweisliche Zusammenwirken der charakteristischen Zellbestandteile (Zellkern, Zelleib) geknüpft. Wenden wir uns vorher nochmals zurück zum funktionellen Bau der Zelle, so wären hier noch anzuführen die Mitochondrien und Plastosomen[2]), welche noch vielfach als „Granula" (gleichgestellt mit den Altmannschen Körnern) zusammengefaßt werden. Die Plastosomentheorie nimmt für die Chondriosomen (Mitochondrien, Chondriokonten) sowohl der Geschlechts- und embryonalen, als gewisser somatischer Zellen, die Rolle des materiellen Substrats bei allen Differenzierungsprozessen in Anspruch, welche sich bei der Trennung des Embryonalleibes in Gewebe und Organe vollziehen (fibrilläre Bildungen in Epithelzellen, Fibrillen der glatten und quergestreiften Muskelfasern, die Nervenfibrillen, Neurogliafasern, Bindegewebsfasern; aber auch die Fett-, Pigment- und Dotterkörner, die Sekretkörner). Alle Plastosomen stammen demgemäß von einem früheren assimilations- und vermehrungsfähigen Plastosom (Kontinuität der Plastosomen durch alle Zellgenerationen: „plastochondriale Keimbahn"). Die Plastosomen der Embryonalzellen sind durch die Geschlechtszellen bei der Befruchtung zusammengebracht worden. Sie sind die Träger erblicher Anlagen („Vererbungssubstanz des Zelleibs"). Wie die Qualitäten des Kerns durch die Chromosomen, werden die des Zelleibs durch die Plastosomen übertragen. Tatsächlich steht fest, daß die Plastosomen sich überall da finden, wo histogenetisch undifferenziertes Zytoplasma vorhanden ist,

Mitochondrien.

[1]) A. v. Tschermak: l. c.

[2]) Lindfors: Zellularer Bau, Elementarstruktur usw., in Allgemeine Biologie von Chun und Johannsen, 1915.

G. Benda: Mitochondrien. Ergebn. der Anatomie und Entwicklungsgeschichte 12, 1902.

Fr. Meves: Chondrosomen als Träger erblicher Anlagen. Arch. f. mik. Anatomie, Bd. 72, 1908; ibidem, Bd. 76. Anatom. Anzeiger, 40. Bd., 1911; ibid., 40. Bd., S. 401. Arch. f. mikr. Anatomie, Abt. 1, 85. Bd.

J. Duesberg: Plastosomen. Ergebn. An. und Entwicklungsgeschichte, 20. Bd., 2 H. 1912.

Benda: Verhandl. deutsche path. Ges. 1914.

Ernst: ibid.

J. Arnold: Anatom. Anz., 43 Bd.

Regaud: C. R. de la Soc. biol. 1908, 1909.

L. Rhumbler: Das Protoplasma als physikalisches System. Ergebn. d. Physiol., 14. Jahrgang.

in differenzierten Zellen dort, wo neben den Dauerstrukturen noch Reste undifferenzierten Plasmas vorhanden sind. Inwieweit die „Determination" der angeführten Bildungen auf die Plastosomen — völlig ohne Einfluß der Kernsubstanzen (?) — zu beziehen ist, muß die fortgesetzte Forschung lehren. Auch die pathologischen Morphologen betonen die Beziehung der gleichmäßig im Zelleib angeordneten Körner zum Stoffwechsel der Zelle (Resorption, Assimilation, Dissimilation, Speicherung, äußere, innere Sekretion). Die zu Fäden vereinigten Organellen dieser Art (Mitochondrien) verrichten mechanische Arbeit („Tonofibrillen"). „Elektosomen" wurden sie genannt, weil ihnen Auswahlfähigkeit für Nahrungsbaustein und Gifte zukommt. Im Verlaufe ihrer Funktion verändern diese Gebilde Größe, physikalische Eigenschaften, chemische Zusammensetzung. Ernst hat bereits versucht, diese Elektion und die Aufnahme auf Fermente und auf physikalisch-chemische Komponenten zurückzuführen (Membranfunktion mit der Tendenz zur Bildung von Körnern, Fäden und Fadenkörnern, Mitochondrien, Adsorption), wobei unter Oberflächenhäuten keineswegs bloß morphologisch nachweisbare Membranen zu verstehen sind, sondern solche, die sich überall bilden, wo die Oberflächenspannung durch Kolloide herabgesetzt wird. Ich verweise übrigens bezüglich dieser Auswahl auf früher Gesagtes (vgl. oben S. 110ff). Jedenfalls ist die Aufnahme spezifischer Gifte nur mit Hilfe derartiger spezifisch verschiedener und veränderlicher Membranen (Kolloidstrukturen, vgl. S. 125) in der Zelle zu verstehen. Auch bei den Reizungsvorgängen überhaupt spielen die Membranen entscheidend mit. Ebenso auffallend ist die Beteiligung der Körner an der Stapelung der Nahrungsstoffe (Bausteine), der Fette, Kohlehydrate und der Eiweißarten und der Sekretion (Sekretgranula, mit deren Zunahme Plastosomen und Chondriokonten abnehmen). Überall konstatieren wir da einen höchst bemerkenswerten Parallelismus von Zellbau und Leistung. Man kann gespannt darauf sein, wie diese jetzt auf viele Tatsachen gestützte Lehre sich weiter entwickelt. Bereits heute muß aber auch prinzipiell hervorgehoben werden, daß hier wiederum eine morphologische Individualisierung aufgewiesen ist, welche über den Zellbegriff hinausgeht. Das Dogma omnis cellula e cellula verliert entschieden an Bedeutung, wenn ebenso wie omnis nucleus e nucleo auch gilt: omne granulum e granulo[1]). Natürlich wird man deshalb nicht etwa wieder Kern- und Zellkörner für sich als elementare Lebenseinheit ansehen wollen. Manche reine Morphologen analysieren immer wieder physikalisch-chemisch den Protoplasmabau, und wenn sie fertig sind, suchen sie jedes Mal aufs neue etwas nach Art eines „Elementarorganismus" od. dgl., wie der gewisse vergeblich aufgeklärte Mann das Pferd in der Lokomotive. Die Zelle als strukturelle Vereinigung mehrerer primär oder nicht primär verschiedener Substanzen bleibt maßgebend, ja wird dies immer mehr für ein weites Gebiet physiologischer und pathologischer Fragen, und wir haben keinen Grund, a- oder gar antizellulär zu denken. Im Gegenteil. Aus physiologischen Gesichtspunkten haben F. Schenck und besonders M. Verworn[2]) dieses Gebiet abzustecken versucht. Seinen Forderungen steht nur gegenüber, daß wir über die Wechselwirkung zwischen Kern und Protoplasma nicht sehr viel Positives wissen.

[1]) Lindfors: l. c.

[2]) F. Schenck: Physiol. Charakteristik der Zelle. Würzburg 1899. Vgl. auch M. Verworn: Allg. Physiologie, 4. Aufl. Jena 1909. Erregung und Lähmung. Jena 1914. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 10. Bd. Jena 1915.

Kernplasmarelation.

Das eindrucksvollste einschlägige Geschehen, welches allerdings vorwiegend an Protozoen festgestellt wurde, aber gewiß eine allgemeine biologische Bedeutung besitzt, ist die schon erwähnte Kernplasmarelation[1]). Das stets regulierte, konstante Verhältnis von Kern und Zelleib wird im Interesse der wichtigsten vegetativen Lebensfunktionen der Zelle auf der für jede Spezies eigenartigen Höhe eines dynamischen Gleichgewichtes erhalten. Es ist noch nicht sicher entschieden, ob der Kern Substanzen an das Plasma abgibt, oder ob er, nach den Angaben von R. Hertwig und von Kasanzeff, auf Kosten des Zelleibs wächst. Während das Plasma (von Protozoen) von einer Teilung zur anderen eine allmähliche, zeitlich ganz gleichmäßig verlaufende Zunahme erfährt, erleidet der Kern gleich nach vollzogener Teilung eine Abnahme, worauf er zu wachsen fortfährt bis zum Teilungsbeginn (Phase des „funktionellen" Wachstums). Das Wachstum des Zelleibs erfolgt intensiver, rascher, als dasjenige des Kerns. Seine Leistung in dieser Periode besteht, im Sinne von R. Hertwig, in der „Aktivierung" des Plasmas. Daraus folgt aber für die Kernplasmarelation ein Mißverhältnis, eine Kernplasma„spannung", welche schließlich auch den Kern befähigt, auf Kosten des Plasmas nunmehr rapid zu wachsen. Die hierbei sich vollziehenden Stoffumlagerungen führen endlich zur Zellteilung („Teilungswachstum" der Kernmasse).

Die von Calkins[2]) als „Depression" der (Protisten-)Zelle bezeichneten Zustände schiebt R. Hertwig ebenfalls auf das bei fortdauernder Leistung überwiegende funktionelle Wachstum des Kerns. Die resultierende „Kernhypertrophie" mache die Fortsetzung der Leistungen selbst unmöglich.

Haeckers Erklärung der Mendelprozesse aus der Kernplasmarelation.

V. Haecker[3]) hat endlich an die Stelle der Chromosomenhypothesen der Vererbung eine Kernplasmatheorie zur Erklärung der Mendelprozesse zu setzen versucht. Im Hinblick auf verschiedene Tatsachen, welche für die Beteiligung auch des Zellplasmas bei den Vererbungsvorgängen sprechen, sucht er eine breitere Basis für eine Verbindung der zytologischen Ergebnisse und der Bastardforschung. Die Zellenfolge vom befruchteten Ei zur ersten Anlage der Geschlechtsdrüsen (differentielle, somatogerminative Strecke der Keimbahn), in welcher die Reinigung der Keimbahnzellen von ekto-, ento-, resp. mesodermalen Elementen sich vollzieht, stellt eine Kette inäqualer Zellteilungsprozesse dar; die zweite rein germinative reicht von der Entstehung der Urgeschlechtszellen bis zur Bildung der reifen Fortpflanzungszellen. Bezüglich der Inäqualität gilt das Gleiche. Diese inäqualen Teilungen der rein germinativen Strecke sind nach Haecker ein Mittel für die im Sinne von Mendel vor sich gehende Spaltung des Anlagematerials (v. u. S. 202), wie diejenigen der somatogerminativen ein solches der histologischen Differenzierung (in Ei- und Nährzellen bei Insekten z. B.) abgeben. Derartige Spaltungsprozesse würden an verschiedenen

[1]) R. Hertwig: Über physiologische Degeneration der Protozoen. Sitz.-Ber. der Ges. Morphol. Physiol. München 1900. Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. München 1903. Über Korrelation von Zell- und Kerngröße usw. Biol. Zentralbl., 23 Bd., 1904. Über neue Probleme in der Zellenlehre. Arch. f. Zellforschung, 1. Bd., 1908.

Kasanzeff: Inauguraldissertation. Zürich 1901.

Popoff: Arch. f. Zellforschung, 1. u. 2. Bd., 1909; 4. Bd., 1909.

[2]) G. N. Calkins: Studies on the Life History of Protozoa. II. The effekt of the stimuli on the life cycle of Paramaecium caudatum. Arch. f. Protozoenkunde, 1. Bd., 1902. III. The 620 generations of P. caud. Biol. Bull., Vol. 3, 1902. I. Archiv f. Entwicklungsmechanik. 15. Bd., 1902. IV. Death on the A-series Conclusions. Journ. of exp. Zool. Vol. 1, 1904.

[3]) V. Haecker: Allg. Vererbungslehre. 2. Aufl. Vieweg, Braunschweig, 1912.

Stellen der rein germinativen Strecke vor sich gehen. Correns[1]) nahm bei seinen Maisbastarden an, daß die Spaltung der Rassencharaktere im weiblichen Geschlecht bei der ersten Teilung der Embryosackmutterzelle vor sich gehen müsse, bei männlichen nicht bei der ersten Teilung der Pollenmutterzelle, sondern etwa erst bei derjenigen späteren zustande kommt, welche den generativen und vegetativen Kern liefert. Auch ohne eine Reduktionsteilung der Chromosomen würde die Anlagenspaltung so verständlich zu machen sein, daß in verschiedenen Teilen desselben Zellplasmas (zunächst von Protozoen und von somatischen Zellen) neben- und unabhängig voneinander mehrere selbständige Potenzen zur Entwicklung kommen können. Da würden sich also Beeinflussungsvorgänge verschiedener Art zwischen Kern und Zellplasma abspielen. Besteht, wie es der Fall bei den Bastarden ist, der Kern aus zwei Komponenten verschiedener Abkunft, so werden von diesen beiden Komponenten, auf energetischem Wege oder durch stoffliche Vermittlung, selbständige Kernwirkungen ausgehen. Solange die Differenzierung an den Zellen noch nicht manifest ist, werden im selben Plasma zweierlei durch die Kernwirkungen determinierte, aber noch unreife Plasmateilchen („Determinate") vorhanden sein. Die betreffende (somatische) Zelle ist um diese Zeit nach zwei Richtungen determiniert, nicht differenziert. So können nun speziell bei Bastarden der ersten Generation in irgendwelchen Zellgenerationen der rein germinativen Keimbahnstrecke Kernwirkungen von zweierlei Art (z. B. Pigment bildende und hemmende) ihren Anfang nehmen und in derselben Keimbahnzelle zweierlei Determinate bestehen. Dann ist aber die Möglichkeit gegeben, daß bei der Vorbereitung zu einer der erwähnten inäqualen Teilungen eine Dysgregation, resp. eine polare Verteilung der beiderseitigen Determinate stattfindet, und diese einseitig einer Tochterzelle zugewiesen werden, während bei der folgenden Mitose die väterlichen und mütterlichen Kernsubstanzen gleichmäßig auf beide Tochterzellen sich verteilen: also äquationelle Kernteilung, Ausstattung der beiden Tochterzellen mit verschiedenartigen Determinaten. Um die Mendelschen Regeln zu erklären, muß dazu noch die Hilfsannahme gemacht werden, daß das infolge eines inäqualen Teilungsprozesses quantitativ zum Übergewicht gelangte rezessive Plasma seinerseits auf die dominierenden Kernsubstanzen zurückwirkt, indem das letztere sich assimiliert oder neutralisiert. So werden die reifen Gameten ausschließlich Träger entweder nur der einen (dominierenden) oder nur der anderen (rezessiven) Anlage.

Kernplasmarelation und Geschlechtsbestimmung.

Zu den Einflüssen, welche die Kernplasmarelation ändern können (überreichliche Fütterung, dauernde Hungerwirkung, Steigerung der Temperatur), käme nach R. Hertwig und seinen Mitarbeitern noch der Anteil dieser Beziehung an der Geschlechtsbestimmung. Bei den vielzelligen Tieren ist die Plasmarelation der Gameten charakteristisch unreguliert. Damit Vereinigung von zwei gleich großen, von verschiedenen Individuen stammenden Kernen und günstige Mischung der Eigenschaften eines Elternpaares zustande kommt, tritt zwischen den Geschlechtszellen extreme Arbeitsteilung ein. Zugunsten seiner Beweglichkeit bleibt das Spermatozoon sehr arm an Zellenmasse, während das Ei (Nahrungsbedingungen, „organbildende" Stoffe) sehr reich daran ist. Eben, weil nun das Ei zur Vereinigung gleichviel Kernmasse, aber weit mehr Plasma mit sich bringt, soll es bei der Geschlechtsbestimmung vor-

[1]) Correns: Botan. Zeitg., 60. Jahrg., II. Abt., 1902.

herrschen (vgl. S. 108). Malsen[1]) hat bei seinen Untersuchungen über die geschlechtsbildenden Ursachen an Dinophilus apatris (Strudelwurm), bei welchem das Männchen bloß 0,04 mm, das Weibchen 1,2 mm lang ist, diesen geschlechtlichen Dimorphismus schon in den Eiern ausgebildet gefunden, indem die weiblichen Eier weißlich, undurchsichtig, 0,113:0,086 mm, die männlichen durchsichtig und 0,030 mm groß sind. Bei in Zimmertemperatur gehaltenen Kulturen ist das Geschlechtsverhältnis 1 Männchen : 2,4 Weibchen, bei Kältekulturen 1 Männchen : 4,3 Weibchen. Als eigentlicher geschlechtsbestimmender Faktor müsse aber die Ernährung des Eikeimes gelten. Die Eibildungszellen wachsen bis zu einem bestimmten Punkt, bis zur Verschmelzungsgröße, dann verschmelzen die Eibildungszellen miteinander. Zur Bildung der kleinen männlichen Eier sind weniger Eibildungszellen nötig als bei derjenigen der größeren weiblichen Zellen. Die allgemeine Steigerung der Lebensfunktionen in der Wärmekultur führt auch zur Produktion reichlicher Eibildungszellen. Aber es können nicht soviel Nahrungsbausteine bereitgestellt werden, wie für das Anwachsen der vielen Eibildungszellen bis zur Verschmelzungsgröße erforderlich wären. Der Hunger läßt also nur wenige Eibildungszellen zur Verschmelzungsgröße gelangen und es entstehen daher zahlreiche männliche Eier. Die Kernplasmarelation kann aber auch durch Parthenogenese und durch Befruchtung beeinflußt werden. Je höher die Tierart, desto mannigfaltiger die Einwirkungen. Für alle Tiere soll deshalb weder derselbe Zeitpunkt der geschlechtlichen Fixierung, noch ein einziger geschlechtsbildender Faktor angenommen werden.

Ontogenese.

15. Auch noch aus anderen Gesichtspunkten beurteilt die heutige Zytomorphologie und die Entwicklungsmechanik ausdrücklich die Konstitution nach der Anordnung und dem qualitativen und quantitativen, örtlichen und zeitlichen Zusammenwirken der Zellbestandteile. Dabei läßt man gewöhnlich allerdings zum mindesten vorbereitende und bestimmende Prozesse im Kern vorausgehen. Eine volle Parallelität der Vorgänge im Kern und Zelleib für die Bildung der Dauerstrukturen und der Funktionen bei der Ontogenese wird negiert. Die Vertreter dieser Zellenlehre wollen es ferner nur mit Formzuständen von Substanzen zu tun haben, deren chemische Beschaffenheit ja meist wechsle. Prozesse ermittelt dieselbe durch Vergleichung sukzessiv fixierter Phasen; sie hält sich also nur an jeweilige Endstadien ablaufender vitaler Vorgänge. Zum Teil auf bemerkenswerte Tatsachen gestützt, unternahm in jüngster Zeit einen besonders konsequenten solchen Versuch für die gesamte histogenetische Differenzierung (und die Vererbung) J. Schaxel[2]).

Dieser Forscher anerkennt gar keine konstanten sogenannten Zellorganelle. Ebenso stellt er die Individualität der Chromosomen in Abrede. Alle Entwicklungsvorgänge läßt er im Zellkern (vor allem mit Chromatinanreicherung) ihren Anfang nehmen; diese greifen dann auf den Zelleib über (chromatische Granulationen) und erfahren hier ihre Fortsetzung (Chromasie und die folgenden Bildungsvorgänge). In der wachsenden Oozyte wird von Konstitution (Polarität) mit Bezug auf die bestimmte Anordnung des Inhalts gesprochen. Bei keinem Metazoon sei z. B. die vorreife Oozyte ein homaxones Gebilde. Heteropolie ist mindestens für eine Achse, oft auch für drei Achsen zu konstatieren. Konstitutionsänderungen werden durch abweichende Sub-

[1]) v. Malsen: Arch. mikr. Anatomie. 69. Bd. 1907.

[2]) J. Schaxel: Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen. Jena, Fischer, 1915. Über den Mechanismus der Vererbung. Ebenda, 1916.

stanzlokalisationen angezeigt. Bei der Ausreifung des Eies, wobei die Richtungskörper gebildet werden, erfolgen Umlagerungen, aus denen die neue Konstitution des entwicklungsbereiten Eies resultiert. Die Situation des Kerns im reifen Ei ist eine bestimmte. Die Konstitution der vorreifen Oozyte stellt die „Determination" der im reifen Ei herrschenden Verhältnisse dar. Die Faktoren für die Konstitution des letzteren liegen ausschließlich in der Eibildungszelle. Die Besamung wirkt bloß beschleunigend. An sie schließt sich die Vereinigung des männlichen und weiblichen Vorkerns, d. h. diese legen sich nach bestimmten Achsenverhältnissen aneinander, zunächst ohne Inhaltsmischung: Gonomerie[1]. Im Mittelstück des Spermatozoons sieht Schaxel den Träger der entwicklungserregenden Stoffe. Sobald Sperma und Ooplasma in substanzielle Beziehung treten, setzt das letztere die gehemmten Ausreifungsbewegungen fort, an sie schließen sich die Teilungsbewegungen an. Einen stofflichen Beitrag zum Ausbau des Keims nimmt Schaxel im Spermaplasma nicht an. Scharf wendet er sich gegen die Plasmosomenforschung. Er will innerhalb des Zellbegriffs nicht morphologische, physiologische, chemische isolierte, individuelle Einheiten annehmen.

Die Furchung ist nach Schaxel Aufteilung des Eies, wiederum nach seiner Konstitution. Auch sie nimmt von dem bestimmt situierten Kern ihren Ausgang. Die speziellen Teilungsregeln haben im übrigen für uns hier weniger Interesse. Im allgemeinen determiniert immer die räumliche Anordnung der Zellbestandteile die Zellulation nach Ort, Richtung, Größe. Die Furchung zerlegt das Ei in ein typisches Zellenaggregat, dessen bestimmt ausgestaltete Komponenten wiederum ein bestimmtes Lagerungsverhältnis einnehmen. Diese Zerlegung des Eies in Zellen geht ohne Wachstum der Einzelzellen vor sich. Die Konstitution jeder Blastomere gewinnt eine Besonderheit auch durch Nachbarschaftswirkungen (sekundärer Faktorenkomplex). Die Furchung ist lediglich ein Resultat der in sich sukzessiv determinierten Einzelakte.

Auch gegen Drieschs Anschauungen[2], daß typische Bildungen durch (finale) Regulationen auf atypischem Wege zustandekommen können, kehrt sich Schaxel entschieden und lehnt die vermeintliche Leistung der Entelechie ab.

Da während der Furchung und selbst noch während der Granulation alles Geschehen ausschließlich durch die Konstitution des entwicklungsbereiten Eies allein bestimmt ist, kann sich, und das ist auch für klinisch-pathologische Betrachtungen wesentlich, der junge Keim zunächst bloß unter dem Einfluß der mütterlichen Determination entwickeln. Schaxel weist hier besonders überzeugend hin auf die Verschiedenheit der „reziproken" Bastarde (Maultier, Maulesel).

Nicht zu folgen vermögen wir dagegen Schaxel, wenn er, wie viele seiner Vorgänger (Weismann, O. Hertwig, Strasburger) alle für die Vererbung wirksamen Teile überall völlig ausschließlich nur in den Kernen lokalisiert denkt. Allerdings mögen vom väterlichen Elter keine protoplasmatischen Stoffe bei der Befruchtung ins Ei aufgenommen werden. Wir müssen uns jedoch, vor allem, weil die experimentelle Prüfung dahin entschieden hat, der Lehre von den „organbildenden Substanzen"

---

[1] V. Haecker: l. c.

[2] H. Driesch: Der Vitalismus als Geschichte und Lehre 1905. Philosophie des Organischen. Leipzig, Engelmann, 1909.

anschließen, nach welcher die Organe und Gewebe unter Verwendung bestimmter, qualitativ unterscheidbarer Substanzen entstehen, die im Eiplasma in bestimmter Weise lokalisiert sind (sichtbares Anlagenmosaik)[1]).

Für die Ktenophore Beroë hat in berühmt gewordenen Versuchen A. Fischel die Ungleichwertigkeit der verschiedenen Eibezirke bezüglich der Organbildung direkt nachgewiesen. In diesen Zonen sind die organogenen Stoffe lokalisiert. Fischel schließt, daß ganz allgemein die Anlagen der Primitivorgane das Embryo schon in der ungefurchten Eizelle und zwar in deren verschiedenen, materiell und potentiell ungleichwertigen plasmatischen Bezirken vorbereitet enthalten sind. Das „Mosaik der Potenzen" offenbart sich im Furchungsmosaik. E. B. Wilson zieht aus Experimenten an der Schnecke Dentalium (die Abtragung eines bestimmten Eiteiles oder der ersten Blastomeren hat auffällige Folgen für Größe und Lagerverhältnis der Blastomeren, für das Ausbleiben der Bildung gewisser Organanlagen und das Sistieren der Entwicklung) dieselben Schlüsse. Desgleichen Conklin, Lillie und Andere. Conklin ist es sogar gelungen, durch Zentrifugieren den organogenen Stoffen im Eiplasma eine neue Lage zu geben, wobei diese trotzdem dasselbe bilden, wie in der Norm. C. Rabl, welcher die Lehre der organbildenden Substanzen zusammenfaßt, betont übrigens ausdrücklich, daß kein Organ als solches in den Geschlechtszellen vorgebildet ist. Es existieren bloß — bei allen Metazoen — feste Relationen zwischen Lokalisation des Eiplasmas und Organbildung. Der Zelleib hat ein festes architektonisches Gefüge. Es mag sein, daß in der befruchteten Eizelle (vieler Tiere) eine Reihe von Entwicklungsvorgängen bereits eingeleitet ist und dadurch die organbildenden Bezirke sehr früh differenziert worden sind. Jedenfalls erscheint dadurch die Konstitution der Zelle so verändert, daß dann das Idioplasma nicht mehr ausschließlich im Kern lokalisiert zu denken ist. Auch die Funktionen des Kerns selbst sind ja übrigens nach Rabl (und Boveri) streng lokalisiert. Die organogenen Stoffe sind nicht gleichbedeutend mit denjenigen, welche später tatsächlich in den fertigen Organen sich finden. Bei der Furchung teilen sich (nach Rabl) die Kerne äqual, aber ihre Qualitäten könnten nur bei qualitativ gleicher Teilung auch des Zelleibes völlig unverändert erhalten bleiben. Die tatsächlich ungleiche Teilung des Zelleibes muß natürlich auch eine qualitative Veränderung des Kerns selbst im Gefolge haben; auch die Kernspezifikation wird also mit determiniert durch die im Ei in räumlicher Sonderung präformierte Plasma-(Organ-) Spezifizität. Nach Boveri liegen die Dinge nicht so einfach.

Große Bedeutung besitzt dagegen auch für unsere Darstellung wiederum Schaxels weitere Beweisführung, daß nicht früher als in der dritten Entwicklungsphase, d. h. derjenigen der histiogenetischen Differenzierung, die Kerne der beiden Eltern Einfluß auf die Keimgestaltung gewinnen. Erst hier also beginnt auch die Domäne des Mendelismus. Bisher aber bleibt der (mehrfach geteilte) Furchungsprozeß mit seinen beidelterlichen Bestandteilen unter der rein mütterlichen Determination.

Schaxel nimmt endlich noch an, daß die bei der Vererbung wirksamen Fak-

[1]) A. Fischel: Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 5, Bd. 15. E. B. Wilsons Journ. of. exp. Zool., Vol. I. E. G. Conklin: Journ. of exp. Zool., Vol. II, Vol. X. F. R. Lillie: Journ. of Morphol. 1895. Arch. f. Entwicklungsmechanik, 14. Bd., 1902. C. Rabl: Über organbildende Substanzen und ihre Bedeutung für die Vererbung. Leipzig, Engelmann, 1900. C. Herbst: Entwicklungsmechanik, Entwicklungsphysiologie, Handwörterbuch der Naturwissenschaften III. 1913.

toren die gleichen sind, wie bei der Ontogenese. Wir werden darauf noch an anderer Stelle unter bestimmten Voraussetzungen zustimmend zurückzukommen haben. Jedes neue Individuum überträgt seinen Nachkommen neben denjenigen seiner Eltern eventuell eigene, erworbene Eigenschaften. Es wird sich zeigen, daß die einer Übereinstimmung zwischen differenzierten Somazellen und „undifferenziert" gebliebenen Keimzellen entgegengestellten Schwierigkeiten wenigstens prinzipiell durch die Tatsache der inneren Sekretion beseitigt sind.

Die Organisation der Formbildung, des Wachstums, der Regeneration kommen also im allgemeinen durch das Zusammenwirken der charakteristischen Zellbestandteile zustande (Zelle als Organisationseinheit im Sinne von Schenck[1])). Eydeshymer[2]) beobachtet z. B. im Laboratorium von Ch. Sedgwick Minot, daß bei der Entwicklung der Muskelfasern die Menge des Chromatins im Kern der jungen Muskelfaser sich vermehrt, worauf die Fibrillenbildung beginnt. Wenn die Fasern sich weiter entwickeln, nimmt die Chromatinmenge wieder ab.

Der Zusammenhang der Organisationseinheit und des Gesamtorganismus bestimmt natürlich vielfach das Organisationsvermögen mit. Obwohl beim Stoffwechsel die Oberfläche von Zelleib und Zellkern eine Rolle spielen, ist doch die physiologische Verbrennung und die darauf beruhenden Lebensäußerungen nicht direkt an Kern und Plasma im Verband zur vollen Zelle geknüpft. Die Arteigenheit ist ebenfalls nicht an bestimmte zytologische Vorstellungen gebunden. Es ist nicht unbedingt eine ganze Zelle nötig als Anfang eines neuen Individuums, es genügen schon nicht zu kleine Stücke davon, welche allerdings auch Zellkernsubstanz enthalten müssen (Idioplasma). Die aktiven und passiven Organisationsprodukte (Fibrillenmaschine wie Muskel- und Nervenfasern, Interzellularsubstanzen, Zellulosehüllen), welche nicht gleich in allen Zellen vorkommen, treten in Aktion als organspezifische Träger des Funktionscharakters der Körperteile. Sie reagieren nicht abhängig von den Grenzen der zellulären Organisationseinheit. Diese Unterscheidung der Organisationsprodukte und der Organisationseinheit (undifferenziertes Protoplasma) ist eine physiologische. Sie deckt sich mit der Trennung von assimilatorischen (organisatorischen) und dissimilatorischen Leistung, wenn gleich eine strenge Verteilung derselben auf morphologisch unterscheidbare Gebilde nicht überall durchführbar ist. Erstere, die Entwicklungsarbeit, hängt an der Arteigenheit, sie bedarf nicht (nicht ausschließlich) des zellulären Schemas. Die „zelluläre" Immunität ist eine Eigenartsimmunität, Organ- und Blutzellen stehen ihr zu Diensten, aber sie ist unabhängig von speziellen zytologischen Vorstellungen[3]).

---

[1]) F. Schenck: Physiologische Charakteristik der Zelle. Würzburg 1899.
[2]) Eydeshymer: Amer. Journ. of Anatomy III.
[3]) Vgl. noch Cl. Bernard: Leçons sur les phénomènes de la vie. Paris 1878.
E. Pflüger: Arch. für d. ges. Physiol., 10. Bd., 1875; 32. Bd., 1883. Rektoratsrede. Bonn 1899.
W. Pfeffer: Sächs. Ges. d. Wissensch. Math. physiol. Kl. 48. Bd. 1896.
Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1887. Flora 1892.
de Bary: Botan. Zeitung, 1879.
C. O. Whitman: Journ. of Morphology. Vol. VIII, Nr. 3.
Rauber: Morphol. Jahrb., Bd. VIII. 1883.
O. Hertwig: Zelle und Gewebe, Bd. II. Jena 1898.
J. Loeb: Pflügers Archiv, 69. Bd., 1897. Unters. z. physiol. Morphol. 1891, 1892. 2 Bände. Würzburg.
v. Kupfer: Rektoratsrede. München 1896.
G. Haberlandt: Beziehungen von Funktion und Lage des Kerns. Jena 1887.

Zellularpathologie.

16. Früher noch als in der Physiologie ist in der Pathologie das Zellenprinzip durchgeführt worden. R. Virchow[1]) betrachtete die Krankheit als Reaktion der Zellen auf Reize. In dem weiten Gebiete, auf welchem sie zuständig ist und bleibt, darf sie (vgl. oben S. 70) heute als morphologisch und physiologisch noch viel besser begründet gelten, als zur Zeit ihrer Begründung. Überdies übernahm Virchow mit der morphologischen Zellenlehre von Johannes Müller auch die Irritabilität und die spezifische Energie als Besitz jeder Zelle. Dieses Hervorkehren der vitalen Funktion beim Suchen des Krankheitsortes, welches nur leider die Nachfolger nicht immer in gleicher Weise berücksichtigt haben, macht die Zellularpathologie unverwüstlich. Auch unsere Betrachtungsweise kann ohne jede Einschränkung an sie anknüpfen, wenn überhaupt das Bedürfnis nach folgerichtiger Entwicklung des Lokalisationsgedankens und nach Ergänzungen des ursprünglichen Sinns zugestanden wird. Davon können wir allerdings nicht wieder abgehen, daß die Einheitlichkeit des Organismus auch in den pathologischen Erscheinungen immer mehr hervortritt und eine zum mindesten gerade vom Kliniker nicht zu vernachlässigende Seite der Krankheit bildet. Mit Genugtuung sei übrigens hier registriert, daß die namhaftesten pathologischen Autoren, welche in jüngster Zeit hierüber sich zu äußern veranlaßt sahen, mehr oder weniger entschieden dieser Auffassung zustimmen[2]).

Meine eigene Stellung zur Zellularpathologie nähert sich am meisten der Auffassung Marchands[3]), welcher dieselbe als letzten Versuch bezeichnet, die Pathologie unter einen großen Gesichtspunkt zusammenzufassen und ihrer weiteren Entwicklung eine bestimmte Richtung zu geben; der aber bezweifelt, daß unsere heutige Krankheitslehre noch die Zellularpathologie in ihrem ursprünglichen Sinne ist. Auch nach meiner Meinung tritt die Einheitlichkeit des Organismus in den pathologischen Erscheinungen immer mehr hervor. Nicht genug aber kann ich betonen, daß den Organismusstandpunkt vertreten keine Abkehr von der Zellularpathologie bedeutet. Letztere bleibt eine der Grundlagen der Pathologie, ohne jedoch alle Fragen zu erschöpfen[4]).

Vor allem wird daran festzuhalten sein, daß Zellen und Gewebe auch in dem Verband, den sie im Organismus bilden, Selbständigkeit und Selbstbestimmungsfähigkeit (Autonomie) sich bewahren[5]). Aber daneben besteht auch der Organismusstandpunkt zu recht, vor allem aus physiologisch und klinisch pathologischen Gründen. Eine „beherrschende" Bedeutung beansprucht das genotypische Ganze und die Korrelation im Phänotypus, also das gesamte Integrationsprinzip nicht, nur gleicher Weise berücksichtigt wollen diese Dinge sein. Mit Sachs müssen wir darauf bestehen,

---

[1]) R. Virchow: Vorlesungen über Pathologie I. Die Zellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebslehre. 3. Aufl. Berlin, 1862. 4. Aufl. 1871.

[2]) Rößle: Innere Krankheitsbedingungen. Aschoffs Lehrbuch, I. Bd. 3. Aufl.

E. Schwalbe: Allg. Pathol., 1911.

E. Albrecht: Frankfurter Zeitschr. f. Pathol., Bd. I, 1907.

O. Lubarsch: Allg. Pathologie. Jahreskurse f. ärztl. Fortbild. Januarheft 1915. München, Lehmann.

Ribbert: Lehrbuch d. allg. Pathologie. Leipzig 1905.

Marchand: Handb. d. allg. Pathologie, I. Bd. Hirzel, 1908.

[3]) Marchand: Handbuch der allgemeinen Pathologie, Bd. I, 1908.

[4]) Vgl. E. Schwalbe: Allgemeine Pathologie, 1911.

[5]) Vgl. auch O. Lubarsch: l. c.

daß Zellenbildung in der organischen Substanz zwar eine allgemeine und grundlegende Erscheinung, aber in bestimmtem Betracht von sekundärer Bedeutung, eines unter vielen Organisationsprinzipien ist; mit E. Albrecht, daß eine regulierende Wirkung des Ganzen (wenigstens des genotypischen) anzunehmen ist, und daß in jedem Teil des entwickelten Organismus das Ganze steckt (z. T potentiell, z. T. manifest) und mit Whitman, daß gestaltende Kräfte und konkretes physiologisches Funktionieren sich um Zellgrenzen nicht kümmern[1]). Die Einheit des Organismus, wie sie originär im Ei (in der genotypischen Konstitution) vorliegt, ist keine bloße Abstraktion, wie Virchow noch annehmen konnte. Den vielkernigen Plasmodien ist ihre Rolle bei der histologischen Differenzierung anzuerkennen und diese Differenzierung im funktionellen Sinne ist das leitende Organisationsprinzip bei der gestaltlichen Entwicklung der Organismen (besonders nach E. Rohde). Das (genotypische) Ganze ist nach Maßgabe der Tatsachen grundsätzlich vom zellulären Aufbau nicht abhängig. Eine „Gegenüber"stellung dieses Ganzen und der Zellularpathologie ist natürlich überflüssig, beide sind völlig vereinbar.

Der Arzt wird, sobald er es mit dem Phänotypus zu tun hat, nie ohne Berücksichtigung von lokalisierten Herden in Zellen und Geweben auskommen. Aber auch die Pathologie kann bei Betrachtung und Erforschung der Krankheit nicht von vornherein und nicht ausschließlich die zellulären Gesichtspunkte in den Vordergrund stellen und nur dabei stehen bleiben[2]). Es gibt, wie in der Physiologie, Probleme, bei denen die Zellenlehre, wie Lubarsch sagt, nicht fördert, sondern eher hemmt.

Was wir Kliniker von der Zellularpathologie wünschen, ist nur, daß sie noch mehr als bis jetzt physikalisch chemischen Erwägungen Rechnung trägt und auch noch mehr experimentelle Wege einschlägt. Die experimentelle Morphologie hätte vor allem Entwicklungsfragen und die praktisch so wichtige Lehre von der Regeneration, die in der menschlichen Krankheitslehre auf das Gewebe beschränkt wurde und großenteils beschränkt werden mußte, zu fördern. Das Virchowsche Schema sollte immer weitherziger durchgeführt werden. Die Basedow-Schilddrüse z. B. hat, abgesehen davon, daß sie nebeneinander progressive Prozesse und regressiv degenerative Charaktere aufweist, sichere Beziehungen zur „physiologischen" Pubertätsstruma, ihre histioiden Veränderungen sind weitgehend analog der infantilen Drüse[3]), was natürlich auch zu Rückschlüssen auf die Art der Sekretion nötigt: das paßt nicht in die älteren Formeln. Noch mehr als bisher wären die histologischen Schemata, z. B. diejenigen der Entzündung, der Granulationsgeschwülste auf physiologische, resp. experimentelle Paradigmen, an denen es nicht fehlt (ich erinnere nur an die Rolle der Gefäße im Entzündungsprozeß, an die Verdauung) zurückzuführen.

„Zellenstaat."

17. Die — noch immer besonders beliebte — Analogisierung des metazoischen Organismus mit unseren politischen Staaten („Zellenstaat") ist nicht konsequent durchführbar. Es gehört zum Wesen der Zellularphysiologie und Pathologie, die „gleichberechtigten" und „gleichbedeutenden" Zellen eine „Republik" bilden zu lassen: „So ist es denn gewiß keine unbillige Forderung, daß dem größeren, wirk-

[1]) J. Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Vortr. 34. 1882.
Whitman: The inadequaliy of the cell theory of development. Woods Holl. Biol. Lecutes 1893.

[2]) Vgl. auch O. Lubarsch: l. c.

[3]) Vgl. H. Rautmann: Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie, 28. Bd., 3. H. 1915.

lich existierenden Teil des Körpers, dem ‚dritten Stande', auch eine gewisse Anerkennung werde, und wenn diese Anerkennung zugestanden wird, daß man sich nicht mehr mit der bloßen Ansicht der Nerven als ganze Teile, als eines zusammenhängenden einfachen Apparates oder des Blutes als eines bloß flüssigen Stoffes begnüge, sondern, daß man auch innerhalb des Blutes und des Nervenapparates die ungeheure Masse kleiner wirksamer Zentren zulasse" (Virchow). Grundsätzlich würde ja das Gleichnis eine gewisse Beschränkung der Selbständigkeit und Selbstbestimmung der konstituierenden Zellen nicht aus-, vielmehr eher einschließen. Aber dem Politiker des Freisinns schwebte es anders vor bei dieser analogischen (illustrativen) Fiktion. Ich möchte zunächst ganz im allgemeinen darauf hinweisen, daß man häufig umgekehrt auf den Vergleich des Staates mit einem Organismus stößt, z. B. bei Verworn. Dabei gibt man sich ebenfalls der Überzeugung hin, eine methodologisch gerechtfertigte und zureichende „natürliche" Erklärung des Wesens des Staates gefunden zu haben. In Wirklichkeit stellt man so oder so ungenügend erforschte, verwickelte soziale Gebilde und ein ebenfalls ungenügend verstandenes, noch komplizierteres Physisches auf eine Stufe[1]). Wollte man auf den Organismus irgendwie den „Staatsvertrag" (dessen Annahme überhaupt überflüssig ist, weil die „Horde" ein Merkmal des primitiven Menschentums ist) anwenden, so würde dies eine Restauration der Biologie des Empedokles bedeuten, welcher meinte, die Organe, z. B. die Leber, hätten erst eine selbständige Existenz geführt, dann seien sie Körperteile geworden. Virchow wird wohl viel eher die nationalökonomische Anschauung von Adam Smith oder Benthams staatswissenschaftliche Methode vorgeschwebt haben. Adam Smiths Verfahren war ein reflektiv-abstraktives. Er betrachtet die wirtschaftlichen Handlungen der Gesellschaft unter der Annahme, daß sie ausschließlich vom Egoismus diktiert wären; aber gerade damit sei zugleich der Vorteil des Ganzen gefördert. In einem anderen moralphilosophischen Werke vertrat Smith auch den Standpunkt der „Sympathie" als menschlicher Eigenschaft. Die Macht der Interessen bedeutete ihm also doch bloß die eine Seite des Lebens. Seine Nachfolger aber „verwechselten konsequent die Regeln des Marktes mit den Regeln des Lebens, ja mit den Grundsätzen der menschlichen Natur". Die heutige Biologie (O. Hertwig z. B.) trägt dem vollauf Rechnung. Aber jenen Nachfolgern gleichen noch neueste Zellularpathologen, welche der Integration gar keine Berechtigung zugestehen wollen. Auch Bentham gründete die Lehre vom Staat auf die Voraussetzung, daß menschliche Handlungen bloß „von rein persönlichen, selbstischen Interessen bestimmt" sind. Nur solche Herrscher regieren im Interesse der Beherrschten, deren Interesse durch Verantwortlichkeit, durch Abhängigkeit des Regierenden vom Willen des Regierten, mit dem Interesse der letzteren in Harmonie gebracht sind (Parlamentarismus). Der Politiker Virchow hätte vielleicht dieser von Mill, weil die Voraussetzungen nicht ausreichend seien, für unzutreffend erklärten Beweisführung zugestimmt.

Wir brauchen all solche Vergleiche gar nicht. Denn wir kennen bereits die zellulare Symbiose als etwas Art- und Individualgemäßes. Sie ist, notabene auf bestimmten Stufen der Ontogenese, teilweise in ihren Bedingungen der experimentellen Untersuchung zugängig. Selbst Paramaecium setzt seine Vermehrung durch Teilung „un-

[1]) Vgl. H. Vaihinger: Philosophie des Als ob. Berlin, Reuther, 1913.

begrenzt" nur unter ganz bestimmten Verhältnissen (immer wiederholte Isolierung eines Individuums einer Linie, Unmöglichkeit der Konjugation) fort[1]. Seewasser ohne Kalzium macht die individuelle Formbildung unmöglich, obzwar die Furchung des Eies weitergeht: die Elemente fallen bei jeder Einzelteilung auseinander, sehr wahrscheinlich, weil das fehlende Kation ebenso wie Erregbarkeit, Bewegung, Permeabilität auch die Entwicklungsfähigkeit stört[2]. Belogolowy[3]) stellte Zerfall der Froscheier (Blastula) bei Gleichmachung des inneren und äußeren Mediums durch Implantation des Eies in die Bauchhöhle von Individuen derselben Art fest. Thyreoidenstoffe im äußeren Medium und sonst wiederum beschleunigen die Formgestaltung (Differenzierung) z. B. der Kaulquappen[4]. Roux erzielte bei Zerreißen der Froschmorula in ihre Furchungszellen direkte Näherungswirkungen derselben aufeinander[5]. Analoges ist beobachtet bei in ihre Zellen zerlegten Ephydatien. Da liegt also ein Zytotropismus der Elemente des Artexemplars vor. Wie wenig bekannt die Einzelheiten hier noch sein mögen, brauchen wir uns doch nicht mehr an rein formale, noch dazu vieldeutige Gleichnisse zu halten. Alles Tropistische ist etwas Zwangmäßiges, chemisch-physikalischen Gesetzen Gehorchendes. Die Symbiose als Folge entspricht einem hergestellten Gleichgewicht im Rahmen des organischen Systems. Auf die Bedingungen des Systems reduziert sich auch alles, was in betreff der „Vorteile" der Mitglieder einer Symbiose zu sagen ist. Die „fremddienliche Zweckmäßigkeit"[6] ist für uns ein Scheinproblem. Wenn sich ein Infusor auf eine ganz bestimmte Alge stürzt, besitzt es eben ein Ferment, welches nur auf die Oberflächenmembran der letzteren paßt, wie der Schlüssel zum Schloß. Keine geheimnisvolle Sympathie leitet es. Ein „überindividuelles Seelische" bringt uns in der Erklärung der (parasitären) Symbiosen, nicht weiter, als der „Gesellschaftskontrakt" im Zellenstaat. Die Galle ist „zweckmäßig" für die Erhaltung des Gallbewohners, weil wir selbst erst in diese Erhaltung einen Zweck einlegen, weil wir geneigt sind, vermöge unserer psychischen Organisation, die Kausalbeziehung umzukehren, eine und dieselbe Beziehung also von zwei Seiten, Ursache und Zweck zu betrachten. Die Natur realisiert überdies in den Verhältnissen von Lebewesen zueinander tatsächlich alle (mathematisch) möglichen Kombinationen von gegenseitiger Erhaltung und Vernichtung[7]. Die Förderung beider ist nur ein spezieller Fall.

Überdies setzt die Lehre vom Zellenstaat die Zusammensetzung ausschließlich aus Zellen, mindestens aus Gebilden voraus, welche aus solchen direkt hervorgegangen sind, so daß die Gesamtfunktionen als bloße Summation der Einzelleistungen zustande kommen würden. Der Körper ist aber im fertigen Zustand, wie man M. Heidenhain[8]) wird zugeben müssen, in Wirklichkeit eine Vergesellschaftung ungleichwertiger Formbestandteile (Plasmodien, Synzytien, Zellen, Metaplasmen usw.). Syndesmen beeinträchtigen den Formwert der Zellen noch nicht, stellen aber (durch

[1]) L. L. Woodruff: l. c.

[2]) C. Herbst: l. c.

[3]) Belogolowy: l. c.

[4]) Abderhalden: Pflügers Archiv 162 Bd. 1915. Romeis: Arch. f. Entwicklungsmech. 40. u. 41. Bd. R. Hirsch und E. Blumenfeldt: Zeitschr. exp. Pathol. 19. Bd. 1918.

[5]) W. Roux: Arch. f. Entwicklungsmechanik, 1. Bd., l. c.

[6]) E. Becher: Fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen. Leipzig, Veit, 1917.

[7]) Vgl. F. Heikertinger: Naturwissenschaften, 6. Jahrg., 16. H. 1918.

[8]) M. Heidenhain: l. c.

Reizleitung, Stofftransport) ab origine funktionelle Einheiten her, welche durch bloße Summation diskreter zellulärer Einzelleistungen nicht substituierbar sind. Synzytien aber widersprechen schon formal direkt einem Zellenstaat. Den Metaplasmen, wenn sie auch Beziehungen zu Zellen haben (Virchows „Zellterritorien") kann ein mehr oder weniger weitgehendes unabhängiges Eigenleben nicht mehr abgesprochen werden (Vererbung, Wachstum, gleichartige Vermehrung, Erhaltung der organisierten Form trotz des beständigen Stoffwechsels, aber ebenso Reizbarkeit und Anpassung). Sie dienen der Korrelation und sind auch der Angriffsort von Krankheiten.

Die Muskelkontraktion geht nicht bloß über Muskelfasern, sondern auch über Synzytien hinweg. Sie ist nicht an Zellen geknüpft und an Zellgrenzen gebunden. Man denke nur an das Herz. Ein noch wichtigeres Beispiel kann der zentrale Umsatz im Nervensystem abgeben [1]). In der grauen Substanz des zentralen Nervensystems besteht ein solcher Zusammenhang zwischen motorischen und sensorischen Fasern, daß die Übertragung der Erregung von den letzteren auf erstere erfolgt (Reflex). Auch ein Bruchstück der gesamten grauen Substanz des Rückenmarks kann noch eine Reflexbewegung vermitteln. Aber wenn auch nur eine sensorische Wurzelfaser vom Reiz getroffen wurde, pflanzt sich die Erregung wenigstens zum Endbäumchen an eine Ganglienzelle, in diese Ganglienzelle selbst fort. Weiter passiert die Erregung aus den abgehenden Fortsätzen der Zelle die Grenzen zwischen den Gebieten verschiedener Ganglienzellen, bis sie endlich bei jener Ganglienzelle oder einer Gruppe von solchen anlangt, von welcher aus motorische Fasern zu Muskeln abgehen, welche letztere schließlich in Kontraktion geraten. Überdies wissen wir, daß schon von der ersten Nervenfaser aus, von welcher die sensorische Erregung aufgenommen worden ist, Äste auslaufen, die sich auch weiter verzweigen. Andere Fasern in der grauen Substanz geben einer großen Zahl von Ästen den Ursprung, welche teilweise zu denselben Ganglienzellen gelangen, und so ist der eintretenden Erregung nicht bloß die Möglichkeit, sondern die Notwendigkeit der Irradiation gegeben. War der Reiz stark genug oder ist (z. B. durch Strychnin) die Reflexerregbarkeit gesteigert, treten eventuell wirklich Reflexbewegungen an anderen Körperteilen, in den Muskeln aller Extremitäten auf. Auch bei einer ganz gewöhnlichen Reflexzuckung, bei welcher Reiz und Bewegung dasselbe Glied betreffen, kann eine Verbreitung der Erregung in der grauen Substanz nicht bezweifelt werden, immer zuckt eine Anzahl von Muskeln. Die seinerzeitigen absolut stereotypen Pflüger'schen Reflexgesetze lassen sich nicht mehr aufrecht erhalten. Blickt man auf die vielen in einen Muskel eintretenden motorischen Nervenfasern, von denen jede aus einer Ganglienzelle des Vorderhorns entsprungen ist, wird jene erwähnte Verteilung der Erregung sehr anschaulich. Daß auf Reizung bestimmter Nerven der Reiz in einer Muskelgruppe besonders leicht sich einstellt, wird dadurch zu einem an anderer Stelle zu besprechenden Sonderproblem (ungleichmäßige Verteilung der Reflexaktion). An dieser Stelle interessiert uns hauptsächlich, daß z. B. aus dem Netzwerk des sensorischen Trigeminuskerns mannigfache Bahnen, solche nach dem Großhirn (zum Bewußtsein), zum motorischen Kern der Lidmuskeln, (wobei jede sensorische Faser eine Verbindung mit jeder Zelle des motorischen Kerns besitzt), endlich noch andere

[1]) Vgl. S. Exner: Physiologische Erklärung der psychischen Erscheinungen. Leipzig u. Wien, Deuticke, 1894.

zu gewissen motorischen Nerven zunächst z. B. der oberen Extremität, aber gewiß auch sonst noch zum größten Teil der Körpermuskeln abgehen. So kommt es, daß bei Reizung der Hornhaut einmal Blinzeln erfolgt, das anderemal auch noch die Muskeln der oberen Extremität oder viele Körpermuskeln (beim „Zusammenfahren", Erschrecken) in Aktion geraten. Eine Bedingung für diese Verschiedenheit liegt in der Reizstärke. Alles aber erklärt sie natürlich nicht. Der Zellentheoretiker könnte sagen, da sind ja immer wieder Zellen wirksam. Gewiß. Aber den Arzt, dem nicht ein Rädchen, sondern immer zunächst das Uhrwerk, wie es ist, in Reparatur gegeben wird, frägt umgekehrt, warum geht die reflektorische Reaktion für gewöhnlich abgegrenzte Wege, da doch so oft nachweislich das ganze organische System in Erregung versetzt ist?

Wie dem auch sei, auch bei der umschriebensten Reflexaktion ist die integrative Funktion sozusagen das Reagieren in concreto. Es handelt sich zum mindesten immer um zusammenfassende gleichsinnige Erregungsbeziehungen der Einzelglieder der Zell k e t t e, eines organischen Teilsystems, oder auch um gegensinnige Kontrastbeziehungen nebeneinander geschalteter nervöser Elemente (nicht etwa b l o ß Zellen) und endokriner Organe. Das Nervensystem (das animalische und das vegetative) üben auch dauernden Einfluß auf Erregbarkeit, Leistungsfähigkeit und Reaktion ganzer Gruppen von lebendigen Gebilden, das gilt besonders von Anpassungs- sowie von Regulationsphänomenen[1]). Die funktionelle Einheit der später ausführlich zu besprechenden Vitalreihen im vielzelligen Organismus beruht auf einer Einheit des Erregungszustandes, welche so beschaffen ist, daß z. B. die Untätigkeit einzelner Organzellen ausgeschlossen erscheint, ja, daß neben dem Verband der letzteren stets auch noch Nerven und Gefäße in Funktion treten. Die genotypische Konstitution nimmt nicht bloß systematisch alle diese Organisationen und Erregungsdispositionen vorweg, sie äußert sie auch sonst verschiedentlich während der ganzen Individualitätsphase (Entwicklungsarbeit).

Individualitäts„stufen". Symbiose.

18. H a e c k e l[2]) teilte die morphologische Individualität in sechs verschiedene Kategorien. Er meinte, jede dieser Individualitäts„stufen" treten in bestimmten Organismen auch als physiologische Individualität auf. Man hat davon bloß drei festgehalten: Zellen, Personen (Prosopen), Stöcke oder (Kormen). Ich glaube indessen eher M. H e i d e n h a i n[3]) beipflichten zu müssen, welcher den tierischen Körper in eine Assoziation von teils bei-, teils übergeordneten Struktursystemen niederer und höherer Ordnung auflöst, die, effektiv oder wenigstens dem Ursprung nach, das Vermögen der Vermehrung durch Teilung besitzen, bzw. durch Teilung aus ihresgleichen entstanden sind. Nur teilweise entsprechen diese Struktursysteme jedoch auch freilebenden Personen des Tierreiches. Die größere Zahl derselben besitzt bloß Analogien zum Verhalten freilebender Tiere. Die meisten sind zusammengesetzte Histosysteme, Vergesellschaftungen von Histomeren verschiedener Ordnung, z. B. Organe mit ungleichen Komponenten. Von den H a e c k e l schen Individualitätsstufen behalten für unsere spezielle Betrachtung eine gewisse Bedeutung die Metameren. Alle die (wohl mit der Entwicklung der lebendigen Substanz im allgemeinen zusammenhängenden) Formerscheinungen (Teilkörpersysteme, bestehend aus leben-

[1]) Vgl. A. T s c h e r m a k: l. c.

[2]) E. H a e c k e l: Generelle Morphologie der Organismen I. Berlin 1866.

[3]) M. H e i d e n h a i n: l. c.

digen Formbestandteilen) sind geknüpft an die Form des organischen Wachstums überhaupt. Eine zweite Kategorie von Formänderungen ist direkt von der Verrichtung der Teile abhängig. Die Entwicklung läuft hier, wie M. Heidenhain es ausdrückt, darauf hinaus, der lebendigen Substanz diejenige spezielle Orientierung im Raume, resp. diejenigen gegenseitigen Verhältnisse der Lagerung zu geben, in welcher durch sie die spezifischen Funktionen, besonders auch der Qualität nach, vollzogen werden können (vgl. übrigens oben S. 36ff., das Kapitel über Individuation).

Alles in allem, der Organismus ist keine Summe von Teilen, sondern ein System (vgl. oben S. 491f.). Eher noch als der Zellenstaat paßt der Vergleich der Symbiose in einem gewissen prägnanten Sinn. Das solidarische Funktionieren der Organe zum Ganzen hat ein Analogon der Beziehungen zwischen gewissen Organismen. Die Bezeichnung dafür, Symbiose, rührt von de Bary her, welcher besonders den „Nutzen" betont, den beide Organismen davon haben. Straßburger[1]) will unter Symbiose eine auf wechselseitiger Ergänzung beruhende Lebensgemeinschaft verstanden wissen. Schwarze[2]) verweist auf Korallenriffe, Spongien, Polypen, die Ameisenpflanzen, Blumen und Insekten. L. Stein[3]) hat dafür den Namen „Kommensalismus". Von parasitärer Symbiose spricht man, wenn zunächst der Gast Vorteil zieht. Ein Verhältnis mit voller Gegenseitigkeit für die Lebensdauer (z. B. der Einsiedlerkrebs) erhielt die Bezeichnung Mutualismus[4]). Der Einsiedlerkrebs, der einen weichen, von der Schale nicht bedeckten Hinterleib besitzt, entgeht den drohenden Gefahren, indem er letzteren in eine zeitlebens von ihm herumgeschleppte Schneckenschale schiebt, in die er sich bei Bedrohungen vollständig zurückziehen kann. Aber der Oktopus, ein Tintenfisch, zieht mit seinen langen, Saugnäpfe tragenden Armen den Krebs aus seiner Schale heraus. Der Polyp Adamsia steckt im Falle eines Angriffes aus seinem Munde lange Fäden hervor, die mit Nesselorganen besetzt sind, deren Berührung das feinliche Tier zurückschreckt. Die Beobachtung lehrt nun, daß der Einsiedlerkrebs in einer Adamsienniederlassung mit der Scheere einen dieser Polypen oder mehrere abhebt und sie auf seine Schneckenschale setzt, wo sich dieselben sofort mit den Füßen festsaugen und den Krebs weiterhin begleiten. Nähert sich jetzt der Arm des Oktopus, lassen die Adamsien ihre Nesselfäden darauf los und das Brennen veranlaßt den Tintenfisch, sich zurückzuziehen. Nicht bloß der Krebs, auch die Adamsia hat aber aus dem Zusammenleben Vorteil. Sie muß sonst auf die Nahrung warten, da sie sich allein nicht fortbewegen kann, jetzt kommt sie mit ihrem Gesellschafter an verschiedene Stellen des Meeres und kann etwas von dem für sich gewinnen, was der Krebs mit seinen scharfen Zangen zerkleinert[5]).

An dieses eigentümliche Organisationsprinzip knüpft das Tatsächliche dessen an, was Roux[6]) „Kampf der Teile" im Organismus genannt hat. Dieser Kampf zwischen einzelnen Organen, Geweben und Zellen des Tierkörpers soll vor allem die Konkurrenz um Raum und Nahrung bedeuten. Wollen wir diese Lehre für unsere

[1]) Straßburger: Lehrbuch d. Botanik. 6. Aufl. 1904.

[2]) W. Schwarze: Beiträge zur Kenntnis der Symbiose. Hamburg 1902.

[3]) L. Stein: Philosophische Strömungen der Gegenwart. Stuttgart, Enke.

[4]) Vgl. auch die zusammenfassende Darstellung bei O. Hertwig: Werden der Organismen. Jena, Fischer, 1916.

[5]) Vgl. M. Kemmerich: Kulturkuriosa. München, Langen.

[6]) W. Roux: Kampf der Teile im Organismus. Leipzig 1881. Ges. Abh. I., Nr. 4.

pathologischen Betrachtungen der Person fruchtbar machen, müssen wir die Selektion möglichst eliminieren. Gewiß kommt es vielfach zu wirklicher Einschmelzung und Resorption gewisser Teile. Ich erinnere z. B. an die Überkompensation des zellulären Bedarfs für die Herstellung gewisser Organsysteme in der Ontogenese (vgl. oben S. 118); an die Bestreitung des Materials für die mächtige Entwicklung der Geschlechtsdrüsen des, um zu laichen, hungernd aus dem Meere bis in den Oberlauf des Rheins wandernden Lachses vonseiten des vorher angemästeten Unterhaut- und Gekrösegewebes, sowie der Seitenmuskulatur; an die Tatsache, daß ein Organ im Hunger umso weniger Stoff verliert, je mehr es davon in der Norm verbraucht, endlich daran, daß der Gesamtorganismus auch bei ungenügender Nahrungszufuhr noch weiter wächst. Aber im allgemeinen handelt es sich weniger um eine etwa gar typische Beseitigung gewisser und um ein Überleben anderer Teile im Kampfe, als eben um die, der (parasitären) Symbiose vergleichbaren, Gemeinschaft[1]), in welcher das wechselseitige Wachstum und Funktionieren soweit ausgreift, bis es irgendwie auf Hindernisse stößt, und jeder Teil auf die Dauer so aktiv sich verhält, wie ein für alle Teile profitabler Abgleich gestattet, so daß ein Zusammenwirken möglich bleibt.

Eine solche Symbiose, welche zwischen den individuellen Eiabkömmlingen durch einen den Blastomenen eigentümlichen Cytotropismus unter normalen Bedingungen zustande kommen muß und in einem Kompromiß des autonomen Lebens der Teile und des Ganzen besteht, ist, schon weil sie eine ganze Reihe von biologischen Vorbildern mit nachweislich steigender Intergration aufweist, dem Gleichnis des Zellenstaates vorzuziehen. Wir werden uns später noch mit einer großen Zahl von — allerdings noch nicht überall — absolut feststehenden Daten zu beschäftigen haben, die dieses bedeutungsvolle Organisationsprinzip im Warm- und Kaltblüter selbst hinsichtlich bestimmter Zellen (Erythrozyten, Eizellen) direkt zahlenmäßig belegen.

Organizistische und mikromeristische Erklärungsversuche der Lebenserscheinungen, der Vererbung und Variabilität.

19. Seit jeher sind die Fragen nach der Ähnlichkeit zwischen Eltern und Kindern (Vererbung) und der ontogenetischen Differenzierung zusammengefaßt zu lösen versucht worden. Der zeitliche Fluß des gestaltenden Prozesses innerhalb der Generationsfolge ist nicht unterbrochen, indem Keim und somatische Zellen des vielzelligen Organismus Abkömmlinge des Eies sind, das jeweils den Tochterorganismus hervorbringt, in welch letzterem wir dann wieder Eizellen vorfinden. Allerdings sind es bestimmte und spezifische Zellenfolgen, welche von einem Ei zum andern führen; alle anderen Zellteilungen endigen, den Weismannschen Ideen entsprechend, in dem Tode geweihten Somazellen. Gleichwohl stellt das Leben, wenn es auch (bei sexueller Fortpflanzung) zu räumlicher Zusammenhangstrennung — Individualitätsphase — kommt, ein Kontinuum dar. Die Phylogenese ist eine Kette von Ontogenesen[2]). Eine erbliche „Übertragung", dies hat besonders Johannsen mit Recht betont, gibt es nicht. Den gemeinsamen Entwicklungs- und Vererbungstheorien wurden vielfach auch in engster Beziehung Hypothesen zur Erklärung der Lebenserscheinungen überhaupt und der Variabilität angeschlossen.

Man muß hier unterscheiden zwischen organizistischen und mikromeristischen Erklärungsversuchen[3]).

[1]) Vgl. S. J. Holmes: The problem of form regulation. Arch. f. Entwicklungsmechanik, 17. Bd., 1904.

[2]) Vgl. R. E. Liesegang: Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens. Dresden, Steinkopf, 1909.

[3]) Vgl. Y. Delage: Hérédité et les grandes problèmes de la biologie générale. 2. Aufl. 1903.

Mikromeristische Theorien.

Die „Physiologischen Einheiten“ H. Spencers[1]) sind das Substrat der ältesten mikromeristischen Theorie. Dieselben sollen sich aus Molekülen zusammensetzen und bilden im Vereine die Zellen. Sie sind mit Stoffwechsel, Massenzunahme und Teilung begabt. Die Form der Teilchen bestimmt deren Anordnung und von letzterer hängt die Gestalt des Organismus ab. Es sind, wie im Kristall, polare Kräfte, welche hierbei den Ausschlag geben. Organische Polarität ist die Kraft der Einheiten, sich selbst in spezielle Formen anzuordnen. Diese empfindliche „Polarität“ der Einheiten äußert sich bloß unter bestimmten Verhältnissen und unterliegt dem Einfluß der Umweltfaktoren. Es gibt soviel Arten jener Einheiten, wie es Rassen von Lebewesen gibt. Die Individuen derselben Spezies können, obwohl jede Art nur aus denselben physiologischen Einheiten zusammengesetzt wird, nach dem Obigen gewisse Differenzen zeigen. Die individuelle Variation nötige indessen nicht, soviel verschiedene Einheiten anzunehmen, wie es Individuen gibt. Die Differenzen der histioiden Eigenschaften werden ferner von Spencer darauf zurückgeführt, daß die in der Polarität, also den Artmerkmalen, gleichen, in der begrenzten Variation der Polarität, den individuellen Merkmalen, etwas abweichenden Einheiten im Laufe der Ontogenese den Einwirkungen äußerer Kräfte verschieden ausgesetzt sind (schon die verschiedene Lage der Teile im ganzen ist eine Ursache hierfür) und deshalb auch verschieden abgeändert werden. Die Muskeleinheiten und die Einheiten des Knochengewebes müssen also nicht völlig gleich gedacht werden. Spencer vergleicht sie den Kristallen zweier verschiedener Stoffe, die im gleichen System kristallisieren. Die physiologischen Einheiten des gleichen Gewebes sind im ganzen Körper identisch. Die Keimzellen sind ein Haufen von solchen Einheiten, welche die der Art charakteristische Polarität besitzen. Gelangen dieselben unter Bedingungen, welche ihnen die Weiterentwicklung möglich machen, so gruppieren sie sich genau wie bei den Eltern. So erklärt sich die Vererbung. Die Verschiedenheit der väterlichen und mütterlichen Einheiten bewirke einen Wettkampf zwischen beiden und führt auf diese Weise zu einer Mischung. Ebenso, wie die physiologischen Einheiten ihrerseits infolge ihrer speziellen polaren Kräfte sich zu einem Organismus von speziellem Bau zusammenordnen, so wird auch andererseits die Umgestaltung, welche der Bau dieses Organismus durch veränderte Funktion erfahren hat, irgendeine entsprechende Umgestaltung im Bau und den Polaritäten seiner Einheiten erzeugen. Wird das Aggregat durch einwirkende Kräfte veranlaßt, eine neue Form anzunehmen, so müssen seine Kräfte danach streben, die Einheiten im Einklang mit dieser neuen Form umzugestalten. Folglich werden diese Einheiten, wenn sie in Gestalt von Reproduktionszentren sich absondern, das Bestreben zeigen, sich zu einem Aggregat aufzubauen, welches in derselben Richtung umgeändert ist. So wäre die Vererbung individueller Eigenschaften zu verstehen. Die Spencersche Philosophie[2]) legt im allgemeinen das größte Gewicht auf die „Unbeständigkeit des Gleichartigen“ als einem universellen dynamischen Prinzip. Steht eine ausgedehnte, bewegliche Stoffmasse unter dem Einfluß einer Kraft, welche zu den verschiedenen Teilen derselben in verschiedener Beziehung steht, können ihre Einwirkungen nicht in allen Punkten gleich sein. In der Richtung des

[1]) H. Spencer: Prinzipien der Biologie I (1864. Deutsch von Vetter (1876).

[2]) H. Spencer: System der Philosophie I. Grundlage der Philosophie. Deutsch von B. Vetter. Stuttgart, Schweizerbart, 1875.

geringsten Widerstandes resultieren daraus Bewegungen, die ursprüngliche Gleichartigkeit des Stoffes übergeht in Ungleichartigkeit. Jeder Teil wird ferner Ausgangspunkt einer besonderen Wirkung auf die benachbarten Partikel und auf das ganze Aggregat, so daß also die ursprünglich einheitliche Wirkung der Kraft Sonderwirkungen zur Folge hat. Im inhomogenen Aggregat bilden sich endlich homogene Gruppen, da die Kraftwirkung zwar auf die einzelnen Einheiten verschieden, jedoch auf gleiche Stoffeinheiten ähnlich ist. Das Gesamtergebnis ist eine immer wachsende Zunahme der Ungleichartigkeit, Bestimmtheit und des Zusammenhanges der Teile. Entwicklung ist im Sinne Spencers bloß Anhäufung (Integration) von Stoff einer- und Zerstreuung (Desintegration) von Energie andererseits, aus relativ unbestimmter, unzusammenhängender Gleichartigkeit zu relativ bestimmter zusammenhängender Ungleichartigkeit. Leben ist, wie die Entwicklung, die Tendenz zu Vervollkommnung eines dynamischen Gleichgewichts. Bei der lebendigen Substanz, wo große Stoffdichte mit großer innerer Bewegung (Energie) zutage tritt, muß die Entwicklung sich komplizieren, d. h. es kommen zu der das ganze betrachtete Aggregat betreffenden primären Andersverteilung noch sekundäre Verschiedenheiten im ganzen Aggregat, bzw. in einzelnen Teilen hinzu. Die Baustoffe der Lebewesen, welche, viel innere Bewegung besitzend, zerstreut gewesen sind in der Umwelt, werden unter Verlust an Energie im Organismus integriert, wodurch das Geschöpf selbst wächst und immermehr ungleichartig, bestimmt und zusammenhängend wird. Zufolge des gleichen Prinzips müssen zwei Keimzellen, zwei Individuen der gleichen Art schließlich verschieden werden, weil sie, verschieden im Raume eingestellt, unter der Wirkung ungleicher Kräfte stehen.

Einen grundsätzlichen Fortschritt bezeichnen die Lehren Weismanns[1]), welche die hypothetischen Teilchen mit den speziellen Anlagen für verschiedene Bestandteile, resp. verschiedenen Eigenschaften des Organismus ausstatten. Weismann nahm (in der chromatischen Substanz des Kerns der Keimzelle) eine, jenseits der Grenzen aller Sichtbarkeit gelegene komplizierte organisierte Struktur an, das Keimplasma, welches in der Weise die Grundlage der Morphogenese abgibt, daß es zu einem Teil in der Generationsfolge weitergegeben (Vererbung) zum Teil in der Ontogenese (vermittels der Kernteilung) zerlegt wird und die Entwicklung durch die Zerlegung leitet. Es sind mehrere Exemplare der Struktur (Ide) in der Keimzelle, wenigstens eines wird in der Individualitätsphase aufgebraucht: Auch in allen Zellen des fertigen Organismus findet sich ein Rest der Vererbungssubstanz. Die Ide sind Personenanlagen. Bei der Furchung des Eies werden dessen grundlegende Abschnitte der Symmetrie nach voneinander geschieden, die erste Furchung trennt rechts und links, die zweite obere und untere Hälfte; nach der dritten (äquatorialen) Furchung sind alle Achtel der genannten, nach den drei Hauptrichtungen des Raumes verschieden gebauten Organisation gesondert. In betreff der Verwirklichung der Beziehungen zwischen den Teilen der morphogenetischen Struktur und den eigentlichen Formbildungsprozessen kann nichts Bestimmtes gesagt werden. Ein Id enthält alle zur Bildung eines neuen Artexemplars notwendigen Anlagen, zwischen diesen aber und den fertigen Teilen besteht keinerlei Ähnlichkeit. Da der Organismus

[1]) A. Weismann: Vererbung. Jena 1883. Das Keimplasma. Jena 1885. Vorträge über Deszendenztheorie. 1902.

aus ungleichartigen Teilen sich zusammensetzt, finden sich nach Weismanns Annahme diese Unterschiede bereits im Id. Das letztere besteht aus einer großen Menge differenter lebender (d. h. sich ernährender, wachsender, sich teilender) Teilchen, von denen jedes in bestimmter Beziehung steht zu den verschiedenen Zellarten des Organismus, resp. zu deren Ausbildung. Diese „bestimmenden" Teilchen heißen Determinanten. Nach Weismann genügt die Annahme so vieler Determinanten, als es selbständig und erblich variable Bezirke im fertigen Organismus gibt, eingeschlossen alle Entwicklungsstadien. Da die verschiedensten Merkmale selbständig variieren, unabhängig von der Nachbarschaft, muß jeder dieser kleinen Bezirke im Keimplasma durch eine bestimmte Determinante vertreten sein. Andererseits gibt es große Partien, welche nur gleichzeitig variieren, z. B. sämtliche Erythrozyten: da genügt auch bloß eine Determinante. Diese Determinanten sind aber noch nicht die kleinsten Lebenseinheiten. Sie bestehen noch aus den (ebenfalls sich nährenden, wachsenden, sich teilenden) Biophoren, welche für sich nur mehr aus Molekülen aufgebaut sind. Diese Biophoren sind Träger der Gruppeneigenschaften. Soviele einfache unteilbare Eigenschaften des Individuums, soviele Biophorenarten in der Keimzelle. Jedes Biophor kann selbständig variieren. Das Keimplasma als Ganzes besitzt eine feste Architektur, in welcher jeder Erbeinheit eine bestimmte Stelle vorgezeichnet ist. Die Stellung der Einheiten beruht auf hypothetischen „vitalen Affinitäten", welche von rein chemischen sich unterscheiden. Im Verlaufe der Ontogenese gelangt jede Determinante zu der durch sie bestimmten Zelle. Bereits nach der ersten Zellteilung muß, nach Weismann, die Aufteilung eine qualitativ ungleiche sein, die eine der Furchungszellen enthält alle Determinanten für die rechte, die andere für die linke Körperhälfte. Die ganze Entwicklung bestünde demnach auf erbungleichen Teilungen (Spaltung des Ids in immer kleinere Determinantengruppen), d. h., die Tochterzellen sind stets voneinander in bezug auf ihr Keimplasma different. Die Unterschiede werden immer stärker und schaffen aus rein inneren Ursachen unabhängige Bildungen. Die Determinanten lösen sich in ihre Biophoren auf, welche aus dem Kern nach dem Zelleib wandern, und hier die der Zelle eigentümlichen Merkmale erzeugen. Daß eine Muskelzelle direkt aus Muskelbiophoren entstünde, ist nicht nötig anzunehmen, das Muskelbiophor bildet Muskelsubstanz, braucht nicht selbst schon ein kontraktiles Element zu sein. Die Biophoren sind Faktoren (im mathematischen Sinn), der zweite Faktor ist das Zellplasma. Die Hervorbringung der Keimzellen im fertigen Organismus, von denen jede das volle Keimplasma mit sämtlichen Determinanten enthält, und die ganze Entwicklung wieder von vorn anfangen kann, wird durch die Kontinuität des Keimplasmas ermöglicht. Nicht das gesamte Keimplasma wird durch erbungleiche Teilung in Determinanten und Biophoren zerschlagen, vielmehr bleibt ein kleiner Teil unzerlegt. Dieser Rest wird während der Teilung von Zelle zu Zelle weitergegeben und gelangt in die Urkeimzelle des neuen Organismus. Diese letztere teilt sich erbgleich in Keimzellen, welche sämtlich unverändertes elterliches Keimplasma führen. So zerfällt jedes Lebewesen in zwei ganz selbständige Teile, das Soma (die differenzierten Gewebe) und die Sexualzellen. Keine Veränderung der Somazellen kann auf die Kernzellen zurückwirken. Das Keimplasma vererbt sich kontinuierlich von einer Generation zur folgenden. In den Keimzellen der Individuen findet sich nicht bloß elterliches Keimplasma, sondern auch solches der früheren

Vorfahren (Ahnenplasma); soviel Ide als das Individuum Vorfahren besitzt. Jedes Lebewesen kann bloß die angeborenen Eigenschaften seiner Eltern erben, weil der Erbträger die Keimzelle ist, in welcher nur das, was bereits im Ei, aus welchem der Elter stammt, enthalten gewesen ist, sich findet. Individuell erworbene Eigenschaften sind also nicht vererbbar. Variation hängt ausschließlich von inneren Bedingungen ab. Äußere Einflüsse können jedoch auf die Keimzellen wirken. Ursache derselben ist die sexuelle Fortpflanzung, denn durch sie werden die Keimplasmen der Ahnen und der Eltern in dem Ei (in den einzelnen Eiern) verschieden kombiniert. Die Unterschiede infolge der Vereinigung differenter Keimplasmen bei der Befruchtung dauern auch in den Keimzellen der Nachkommen fort. Bei der Eireifung erfolgt die Ausstoßung der einen Teil der Kernschleifen enthaltenen Polkörperchen und mit den Chromosomen auch bestimmte Ide, so daß eine verschiedene Kombination der letzteren übrigbleibt. Dies ist eine der Variationsursachen. Außerdem entsteht ein Kampf zwischen Iden, Determinanten und Biophoren, je nach den siegenden ähnelt das neue Individuen diesem oder jenem Ahn. Speziell sind bei der Teilung der Determinanten die Teilstücke niemals in der Determinationsfähigkeit gleich. Die Ernährung ist aber kein passiver Vorgang. Die stärkeren Determinanten nehmen mehr Nahrung auf, dieses Plus wird den schwächeren entzogen, sie wachsen langsam und erzeugen schwächere Nachkommen. Deshalb erscheinen in der zweiten Generation die durch stärkere Determinanten bestimmten Anlagen stärker hervortretend. Die Keimzelle der zweiten Generation übernimmt aber das elterliche Keimplasma mit allen Ungleichheiten. Der Kampf zwischen den Determinanten entbrennt dann in noch höherem Grade usw. Diese Germinalselektion (nach Analogie der Rouxschen Histonalselektion) erklärt die Steigerung der Eigenschaften. Ebenso soll dieser Kampf auch die komplizierten gleichzeitigen Anpassungen verschiedener zusammenarbeitender Körperteile (z. B. Nerven und Muskeln) verständlich machen[1]. Zur Erklärung der Vorgänge der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sowie der Erscheinungen der Regeneration dient, daß in den hierbei fungierenden Zellen Reservedeterminanten vorhanden sind, welche, unter normalen Verhältnissen inaktiv, durch bestimmte Reize in Aktion treten. Ebenso wird in den Eizellen und Spermatozoen bloß das eine der beiden vorhandenen Geschlechter aktiv usw.

Auch Mendel[2]) hatte aus seinen Versuchen, auf die wir später zurückzukommen haben, geschlossen, daß jedes elterliche Merkmal im Keimplasma durch eine selbständige Anlage vertreten ist. Bei der Bastardierung verhalten sich die Anlagen antagonistisch. Besonders das Auftreten der Spaltung (jede der beiden kreuzenden Rassen vererbt ihr Merkmal selbständig, war eines in der ersten Generation — scheinbar — verschwunden, in der nächsten kommt es wieder hervor) steht im Einklang mit der mikromeristischen Theorie in der speziellen Fassung Weismanns. Die aus dem Mendelismus sich ergebende dyskontinuierliche Variabilität paßt ebenfalls in diesen Gedankenkreis. Wir werden im folgenden noch sehen, wie die exakte Erblichkeitslehre sich gegenwärtig zu diesen Fragen stellt.

Die im Vorstehenden in drei Beispielen charakterisierten einfachsten „Lebens"-

[1]) Weismann: Über Germinalselektion. 1896.

[2]) G. Mendel: Versuche über Pflanzenhybriden, abgedruckt in Ostwalds: Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 121.

und „Erbeinheiten" sind vorwiegend aus theoretischen Gründen angenommen worden. Nur die Faktoren der experimentellen Vererbungslehre sind exakt definierbar: das „Gen" bezeichnet einen als Einheit mendelnden Unterschied (Grundunterschied) zwischen zwei Sippen[1]). Demonstrierbar ist es natürlich ebenfalls nicht; dagegen lassen sich hier doch schon begründete Vermutungen über die Wirkungsweise aufstellen. Die letzte großzügige Darstellung der Teilkörpertheorie aus vorwiegend morphologisch-biologischen Gesichtspunkten, die allerdings nicht unbeanstandet geblieben sind, findet man in dem schon öfter genannten Werke von M. Heidenhain[2]) („Protomeren"). Aber auch bedeutende moderne Physiologen (Rubner[3]), Verworn[4])) betrachten die Frage kleinster Lebenseinheiten als selbstverständliches Postulat („Biogen", „Bionten"). Der Gegenstand rückt immer mehr ins chemische Gebiet, ebenso wie die Gene (vgl. unten S. 197). Erfreulich ist es, daß immer mehr auch Morphologen zur Überzeugung gelangen, es sei nicht die Erforschung der chemischen Zusammensetzung in der Struktur der Zellen, sondern der lebendigen Substanz das Hauptproblem der Biologie[5]).

Organizistische Betrachtungsweisen.

20. Den mikromeristischen Hypothesen stehen teilweise organizistische Betrachtungsweisen gegenüber, welche, mehr oder weniger exklusiv, an Zelle, Gewebe und Organismus anknüpfen, vor allem an die erstere.

Die Biogenesis-Theorie O. Hertwigs[6]) nimmt soviel grundverschiedene Arten von Zellen an, als es differente Spezies von Pflanzen und Tieren gibt: aus einer bestimmten Keimzelle entwickelt sich immer nur eine bestimmte Organismenart („Artzelle"). Mit der Zelle nimmt die Ontogenese eines jeden Lebewesens nur deshalb ihren Anfang, weil sie die elementare Grundform ist, an welche das organische Leben beim Zeugungsprozeß gebunden ist. Die Keimzellen der gegenwärtigen Lebewesen und ihre einzelligen Vorfahren am Beginn der Stammesgeschichte sind nur, insofern sie unter den gemeinsamen Begriff der Zelle fallen, miteinander vergleichbar, im übrigen aber in ihrem eigentlichen Wesen als organisierte Naturobjekte so verschieden voneinander, daß man von einer Wiederholung der einzelligen Ahnenform durch die Entwicklung eines jetzt lebenden Organismus (sc. im Sinne des Haeckelschen biogenetischen Grundgesetzes) streng genommen nicht sprechen kann[7]). Nach O. Hertwig sind zwei Entwicklungsstufen zu unterscheiden: die Entwicklung der Artzelle und die individuelle Ontogenese, welch letztere nach denselben Regeln wie die zunächst vorausgegangene erfolgt, aber jedesmal ein wenig modifiziert, entsprechend dem Betrag, um den sich die Artzelle selbst verändert hat. Beide Entwicklungsreihen müssen einen vollständigen Parallelismus aufweisen. Denn jede Veränderung der Anlage der Artzelle muß notwendig einen entsprechend abgeänderten Verlauf der Ontogenese zur Folge haben, und ebenso kann eine Veränderung, die in späteren

[1]) E. Baur: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin, Borntrager, 1914.

[2]) M. Heidenhain: l. c.

[3]) M. Rubner: Kraft und Stoff im Haushalt der Natur. Leipzig 1909.

[4]) M. Verworn: Allgemeine Physiologie. 1895.

[5]) Vgl. Ch. S. Minot: Moderne Probleme der Biologie. Jena, Fischer, 1912. Methode in der Wissenschaft und andere Reden. Fischer, 1915.

G. Schlater: Die Zellularpathologie und der gegenwärtige Stand der Histologie. Jena, Fischer, 1911.

[6]) O. Hertwig: l. c. und: Elemente der Entwicklungslehre. 5. Aufl. 1915. Schlußkapitel.

[7]) O. Hertwig: Werden der Organismen. Jena, Fischer, 1916.

Stadien und im Endprodukt der individuellen Entwicklung durch äußere und innere Faktoren hervorgerufen ist, nur dann zum bleibenden Arterwerb werden, wenn sie die Erbmasse der Artzelle (Idioplasma) in entsprechender Weise abgeändert hat.

Den zusammengesetzten Organismus mit seinen sichtbaren Merkmalen läßt O. Hertwig, für den ausschließlich der Zellkern Träger der Erbmasse ist, aus der Keimzelle und deren Arteigenschaften auf dem Wege der erbgleichen Teilung hervorgehen. Alle bei der Ontogenese entstehenden Generationen von Zellen sind für sich sämtlich wiederum Träger der Arteigenschaften (der Erbmasse). Durch diesen Besitz hat, wenigstens virtuell, jede Zelle das Vermögen, unter geeigneten Bedingungen aus sich das Ganze zu (re-) produzieren. Die differenten spezifischen (Organ-) Leistungen sind an die Entwicklung der Plasmaprodukte gebunden. Die Kontinuität der Entwicklung ist auch hier gewahrt, indem aus dem Verband der Artzellen einzelne sich ablösen und wieder den Ausgangspunkt einer Individualität abgeben.

In der Tat beweisen experimentelle Eingriffe auf die Ontogenese und Tatsachen der Regeneration, daß (beliebige) Teile des vielzellig werdenden (gewordenen) tierischen und pflanzlichen Organismus den von den Vorfahren überkommenen Anlagenbestand unvermindert besitzen (besitzen können.) Versuche, in denen die ersten Furchungskugeln des Eies (vom Seeigel z. B.) abgetrennt wurden und sich getrennt weiter entwickeln mußten[2]), fielen im Sinne erbgleicher Teilung aus, indem nicht Bruchstücke eines Embryos, sondern gestaltlich normale Ganzformen (von allerdings geringerer Größe) erzielt wurden. Aus einem Ei stammt auf diese Weise eine Mehrzahl von Larven. Wenn bei bestimmten anderen Tiergruppen, z. B. dem Frosch, wie Roux fand[3]), die Weiterentwicklung unter denselben Bedingungen Defekte aufweist (Bildung eines typischen Halbembryos), so beruht diese Existenz von „Mosaik"- gegenüber den „Regulations"eiern auf gewissen Eigentümlichkeiten des Eibaues, welche ein Fehlen von Material zur Realisierung der Anlagen bewirken o. dgl.

Gemessen an dem, was etwa abgelöste Teile von Hydra oder von Begonia leisten, erfährt das Regenerationsvermögen besonders bei höher differenzierten Pflanzen und Tieren wesentliche Einschränkungen. Aber auch dies beweise keine besonders lokalisierende Verteilung der ererbten Gene bei der Ontogenese, sondern ebenfalls bloß eine Hemmung von „bauführenden Kräften" infolge Fehlens äußerer Entwicklungsbedingungen.

Selbst Versuche, wie die bekannten Herbsts[1]) an Krustazeen, in welchen eine Wiederherstellung des entfernten Auges nur bei Erhaltengebliebensein des Augenganglions eintrat, sind kein Grund, diese Auffassung zu verlassen. Denn erstlich

[2]) Vgl. Driesch: Philosophie des Organischen, I. Leipzig, Engelmann, 1909.

[3]) W. Roux: Über das entwicklungsmechanische Vermögen jeder der beiden ersten Furchungszellen des Eies. Verh. anat. Gesellsch. Wien, 1892. Über die künstliche Hervorbringung halber Embryonen durch Zerstörung einer der beiden ersten Furchungskugeln, sowie über die Postgeneration der fehlenden Körperhälfte. Virchows Archiv CXIV, 1888. Über Mosaikarbeit und neuere Entwicklungshypothesen. Merkel-Bonnet's anatomische Hefte, 1893.

[4]) C. Herbst: Biologisches Zentralblatt, Bd. 14. 1894; Bd. 15, 1895. Formative Reize in der tierischen Ontogenese. Leipzig 1901.

H. Driesch: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 11, 14, 17, 1902, 1905, 1908.

H. Przibram: Experimentalzoologie, II. Regeneration 1909.

gehen beide, Auge und Ganglion, aus einer gemeinsamen Ektodermanlage hervor, also aus einem zusammengehörigen Ganzen. Ferner können wir mit hervorragenden Forschern auf diesem Gebiete annehmen, daß auch der Nerveneinfluß auf Wachstumsbegünstigung nicht in spezifisch formbildenden Kräften begründet ist.

Die zelluläre Autonomie, welche morphologisch und funktionell einen besonders starken Ausdruck findet in der Möglichkeit eines selbständigen Wachstums künstlich außerhalb des Organismus konservierter („kultivierter") Gewebe[1], sowie in den Tatsachen der Regeneration, vor allem aber die uns später vielfach beschäftigende Organspezifizität legen aus ganz anderen Gesichtspunkten eine Vermittlung nahe zwischen den bezüglichen Anschauungen Weismanns und O. Hertwigs (vgl. unten S. 232).

[1] Braus, H.: Mikro-Kinoprojektionen von in vitro gezüchteten Organanlagen. Verh. Ges. D. Naturf. u. Ärzte. Karlsruhe 1911, 2. Wiener med. Wochenschr. 1911, Nr. 44, S. 2809. Demonstration u. Erläuterung von Deckglaskulturen lebender Embryonalzellen- und -organe. Naturhist.-med. Ver. zu Heidelberg, Sitzung vom 11. Juni 1911. Münch. Med. Wochenschr. 1911. — Die Entstehung der Nervenbahnen. Verh. Ges. D. Naturf. u. Ärzte, 1, 37 S., 2 Taf., 1911.

Carrel, Alexis: Die Kultur der Gewebe außerhalb des Organismus. Berl. klin. Wochenschr. 1911, Nr. 30, S. 1364—1367, 10 Fig. — Neue Fortschritte in der Kultivierung der Gewebe außerhalb des Organismus. Ebenda 1912, Nr. 12, S. 533—536. — Neue Untersuchungen über das selbständige Leben der Gewebe und Organe. Ebenda 1913, Nr. 24, S. 1097.

Dilger, Anton: Über Gewebskultur in vitro unter besonderer Berücksichtigung der Gewebe erwachsener Tiere. D. Zs. Chirur. 120, Heft 3—4, S. 243—264, 1913. Auch Med. Inaug.-Diss., Heidelberg 1913.

Harrison, Roß, G.: Observations on the living developing nerve fiber. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med. 4, 140, 1906/07. — The outgrowth of the nerve fiber as a mode of protoplasmic movement. Jl. of exper. Zool. 9, Nr. 4, S. 787—848, 32 fig., 3 pl., 1911. — The cultivation of tissues in extraneous media as a method of morphogenetic study. Anat. Record 6, Nr. 4, S. 181—193, 1912.

Hertwig, O.: Methoden und Versuche zur Erforschung der Vita propria abgetrennter Gewebs- und Organstückchen von Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anat. 79, 113—120, 1912 (siehe auch Allg. Biol., 4. Aufl. S. 654f. 1912).

Holmes, S. J.: Developmental changs of pieces of frog embryos cultivated in lymph. Biol. Bull. 25, Nr. 3, 1913, S. 204—207. — The cultivation of tissues from the frog. Science, N. S. 39, Nr. 994, S. 107—108, 1914.

Oppel, Albert: Über die Kultur von Säugetiergeweben außerhalb des Organismus. Kurzgefaßte Mitteil. Anat. Anz. 40, 464—468, 1912. — Kausal-morphol. Zellenstudien. IV. Mitteil. Die Explantation von Säugetiergeweben — ein der Regulation von seiten des Organismus nicht unterworfenes Gestaltungsgeschehen. Mit 2 Taf. Arch. Entwickl. 34, Heft 1, S. 132—167, ausgeg. 12. März 1912. — Über aktive Epithelbewegung. Kurzgefaßte Mitteil. Anat. Anz. 41, H. 14, S. 398—409, 1912. Kausal-morphol. Zellenstudien. V. Mitteil. Die aktive Epithelbewegung, ein Faktor beim Gestaltungs- und Erhaltungsgeschehen. Mit 1 Taf. Arch. Entw. 35, H. 3, S. 371—456, 1912. — Explantation. Mit 16 Textfig. Handwörterbuch der Naturwissensch. 3, 813—818. Jena 1913. — Explantation (Deckglaskultur, In vitro-Kultur). Sammelber. Zbl. f. Zool. allg. u. exp. Biol. 3, Heft 6/7, S. 209—232, 1913. — Demonstration der Epithelbewegung im Explantat von Froschlarven. Anat. Anz. 45, Nr. 7, S 173—185, 1913. — Leitfaden für das embryologische Praktikum und Grundriß der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1914.

Roux, W.: Beiträge zur Entw.-Mechan. des Embryo. Einleitung und Beitrag I. Zeitschr. Biol. 21, 517, 520. München 1885. Gesammelte Abhandl. 2, 247, 251, 1895. — Über den Zytotropismus und sonstige Zytotaxis. Ber. des naturwissen. med. Ver. zu Innsbruck 21, 133—142, 1893. Gesamm. Abhandl. 2, 987—995. Ausführl. in Arch. Entwickl. 1 und 3, 1894 und 1896. — Einleitung. Arch. Entw. 1, 1895. Gesamm. Abhandl. 2, 81. — Über kausale und konditionale Weltanschauung und deren Stellung zur Entwickl.-Mechanik. Leipzig 1913. 66 S. (Dieses Literaturverzeichnis nach Oppel: l. c.)

Chromosomenindividualität.

21. Nach der bereits öfter angedeuteten Individualitätshypothese Rabls, van Benedens, besonders aber Boveris[1]), stellen die einzelnen Chromosomen, ebenso wie der Zellkern als Ganzes, ungleichwertige, selbständige Individuen dar, welche auf dem Teilungswege von einer Zellgeneration zur anderen weitergegeben werden. Auch stofflich ist jedes Chromosom etwas Besonderes. Es erhält sich getrennt im Kern und vermehrt sich. Für jede Organismenart ist die Zahl der Chromosomen konstant. In der Ruhe ist (nach Boveri) der Kern aus Territorien zusammengesetzt, deren jedes aus einem einzelnen Chromosom entstanden ist und sich später in ein solches wieder zusammenzieht. Eine Reihe von Morphologen läßt die Chromosomen aus „Chromiolen" bestehen, welche wachstums- und teilungsfähig sein sollen usw. Rabl und Boveri sehen im Chromosom einen absolut festen taktischen Verband, in welchem, viele Zellengenerationen hindurch, eine Summe von Einheiten zusammengehalten werden. Nur in diesem taktischen Verband treten sie in Aktion. Eine andere Vorstellung wiederum sammelt in diesem Verband Einheiten, welche der Erfüllung ganz bestimmter Funktionen dienen. Nur zu diesen Verrichtungen arbeitet der Verband in „Reih und Glied", nachher zerstreuen sich die Chromosomen wieder[2]).

Boveris Theorie der physiologischen Ungleichwertigkeit der Chromosomen wird tatsächlich besonders darauf gestützt, daß letztere der Sitz mendelnder idoplasmatischer Unterschiede sind, und daß die Chromosomenzahl Beziehung hat zur Zahl der selbständig mendelnden Grundunterschiede. Boveri hat kernlos gemachte Seeigeleier mit dem Sperma einer anderen Gattung (Sphaerechinus und Echinus) befruchtet und in der Tat Bastardlarven von fast völlig väterlicher Beschaffenheit erhalten. Herbst[3]) erzielte (mit Beginn der ersten Kernteilung) aus doppelchromosomigen Seeigeleiern, welche (durch chemische Mittel) zur parthenogenetischen Entwicklung veranlaßt waren, durch nachherige Befruchtung mit artfremdem Sperma mutterähnlichere Bastarde als die aus normalen Eiern erhaltenen. Godlewski[4]), welcher Echinideneier nach Fragmentierung durch Schütteln, wobei kernlose Eibrückstücke resultierten, mit Antedonsamen befruchtete, konnte allerdings feststellen, daß bis zum Gastrulastadium (weiter schreitet die Entwicklung nicht vor) ohne Vorhandensein eines mütterlichen Kerns, Charaktere des mütterlichen Elters zum Vorschein kommen. Aber dies müsse auf die frühe Differenzierung bestimmter organbildender Bezirke (vgl. oben) in der befruchtungsreifen Eizelle bezogen werden. Darauf beruhen auch (vgl. oben) die „reziproken" Bastarde. Während der Furchung und selbst noch während der Gastrulation ist alles Entwicklungsgeschehen

[1]) C. Rabl: Morphol. Jahrbuch, 10. Bd. 1885. Organbildende Substanzen. Leipzig 1906.
van Benedens: Bull. Ac. R. Blg. Ser. III. Vol. 14. 1887.
Th. Boveri: Zellenstudien II, Jena 1888, III 1890, V 1905, VI 1907; Verh. phys. med. Ges. Würzburg. N. F. 35. Bd., 1902. Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena 1904.
V. Haecker: Allg. Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig.
E. Baur: l. c. Vieweg, 1912.

[2]) Vgl. R. Fick: Archiv für Zellforschung. 3. Bd. 1909.

[3]) C. Herbst: Vererbungsstudien I–VII. Arch. f. Entwickl.-Mechan. 21, 22, 24, 27, 34. Bd. 1906/12.

[4]) E. Godlewski jun.: Arch. f. Entw. Wintersteins Handbuch. Vergl. Physiol. 3. Physiologie der Zeugung. Jena, Fischer, 1914.

durch die Konstitution des entwicklungsbereiten Eies allein bestimmt [1]. Erst in der Periode der histiogenetischen Differenzierung beginnt die Domäne des Mendelismus, beziehungsweise die Beeinflussung der Keimgestaltung durch die Kerne der beiden Eltern. Und insofern läßt sich aussagen, daß die Chromosomen der Sitz mendelnder idioplasmatischer Unterschiede sind. Ein absolutes Kernmonopol, der Schluß, daß das Idioplasma nur im Zellkern sich findet, die Annahme einer Isotropie des Eiplasmas ist unberechtigt [2]. Zur Vererbung im allgemeinen ist eine bestimmte Struktur auch des Eiplasmas nötig, mag auch Kern und Plasma nicht in gleicher Weise beteiligt sein. Auch die Beobachtungen Boveris an dispermen, d. h. mit zwei Samenzellen befruchteten Seeigeleiern, sprechen für eine essentielle Verschiedenheit der Chromosomen in bezug auf ihre Funktion. Dabei werden die Blastomeren ungleichwertig in ihrem Chromatinbestand. Bringt man die vier ersten Blastomeren getrennt zur Weiterentwicklung, entstehen erfahrungsgemäß krankhafte Derivate von ungleicher Entwicklungsfähigkeit und Beschaffenheit Eine plasmatische Störung soll hier ausgeschlossen sein.

Für den Menschen wird gewöhnlich, auf Grund der Abbildungen von Winiwarter [3], angenommen, daß die diploide Chromosomenzahl 48, die haploide 24 (23) beträgt.

Wenn die Gene in den Chromosomen ihren Sitz haben, muß da also jedes derselben eine große Zahl von Erbeinheiten einschließen, vermutlich hintereinander geordnet. Die konstante Miteinandervererbung gewisser Eigenschaften beruht wahrscheinlich auf der Repräsentanz im gleichen Chromosom. Wohl mit Recht bezieht Boveri die Art der Vererbung z. B. der Rotgrünblindheit darauf, daß die auslösende Ursache dafür an das Chromosom gebunden ist, welches als Geschlechtschromosom anzusehen ist.

Nach den Ideen von Boveri greifen in jedes zelluläre Geschehen bestimmte Chromosomenteile ein, „mag es sich nun um Eigenschaften handeln, die sich erst in dem Zusammenwirken eines größeren Zellkomplexes sichtbar darstellen (die Organform z. B.), oder um solche, die in dem Vorhandensein und der Beschaffenheit eines Protoplasmabestandteils begründet sind, z. B. eines Pigments, eines Sekrets". Der normale Betrieb der Zelle wäre dann vom Zusammenwirken bestimmter Chromatinelemente abhängig. Boveri unterscheidet zwischen generellen Chromatinqualitäten, die allen Chromosomen zukommen, und speziellen, die auf einzelne Chromosomen beschränkt sind. Manche Chromosomen sind im Haushalt der Zelle unentbehrlich, das Fehlen anderer beschränkt die Zelle bloß in ihrer Leistungsfähigkeit, ja verändert völlig ihren Charakter. Im letzteren Fall könnten gerade auch die Beziehungen zur Umgebung dauernd gestört sein (unbegrenzte Vermehrungstendenz der Zelle). Oder es könnte in jeder Zelle, wie Boveri ausführt, eine spezifische Hemmungseinrichtung existieren, welche den Teilungsprozeß bloß eintreten läßt, wenn sie durch einen speziellen Reiz überwunden wird. Boveri glaubt diesbezüglich an bestimmte teilungshemmende Chromosomen. Die Zelle eines unbegrenzt wachsenden Blastoms z. B. würden dann entstehen, wenn jene Hemmungschromosomen beseitigt wären. Natürlich müßten damit dieser Zelle auch alle diejenigen Qualitäten fehlen,

[1] Schaxel: l. c.

[2] Vgl. auch Baur: l. c.

[3] H. v. Winiwarter: Arch. de Biologie, T. 27, 1912.

die mit den hemmenden noch ausschließlich in den gleichen Chromosomen enthalten wären. Aber auch teilungsfördernde Chromosomen hält Boveri für möglich: Zellteilung würde dann auf eine Reizung dieser Chromatinteile hin erfolgen. Ein Übergewicht der letzteren hätte unbegrenzte Wucherungstendenz zur Folge. Endlich könnte der gesamte Chromosomenkomplex einer Gewebszelle in der Weise auf die Einflüsse des übrigen Körpers abgestimmt sein, daß, so lange sich hier nichts ändert, jede Teilung unterbliebe. Störung des Gleichgewichts könnte von beiden Seiten ausgehen; auch die Wegnahme einzelner Chromosomen käme dabei in Betracht. Beziehungen des Chromatins zur Auslösung der Zellteilung im allgemeinen können als sichergestellt angesehen werden (R. Hertwigs Kernplasmarelation und eine Reihe von Boveri ermittelter zytologischer Tatsachen).

Nach Boveri sind auch die Unterschiede zwischen den Zellen der verschiedenen Gewebe in gewissen Verschiedenheiten des Chromatinbestandes begründet (Erstarkung gewisser Chromosomenteile).

Schließlich seien noch gewisse Gedanken erwähnt, welche Boveri über das Verhältnis zwischen Protoplasma und Chromosomen im allgemeinen geäußert hat. Er vergleicht es einer Symbiose und spricht von Chromatinindividuen, die sich in protoplastischen Individuen angesiedelt haben, wobei er erstere den Protisten vergleicht. Die bei letzteren vorkommenden Depressionszustände läßt er auch bei jenen möglich sein; die Depression könne eventuell, dessen Funktion lähmend, nur ein einziges Chromosom treffen; eine Veränderung des Zellcharakters wäre die Folge (Beispiel: Geschwulstzellen).

Zytologische Grundlage der Mendelschen Spaltungsregel.

Eine zytologische Grundlage der Mendelschen Spaltungsregel wird (hypothetisch) in Folgendem gesucht[1]). Der Bastardierungsversuch beweist, daß zwei in einem Faktor verschiedene Rassen Nachkommen ergeben, welche selbst nur Geschlechtszellen liefern mit entweder rein mütterlichem oder rein väterlichem Keimplasma, jede Sorte zu 50 Prozent. Die Sexualzellen enthalten nun die haplode (vgl. oben), das aus der Vereinigung der Gameten hervorgehende Individuum die doppelte (diplode) Chromosomenzahl. Bei der gewöhnlichen Zellteilung halbieren sich zunächst alle Chromosomen, die eine Hälfte erhält die eine, die andere die zweite Tochterzelle, so daß immer wieder Kerne mit der diploden Zahl entstehen. Bei der Reduktionsteilung aber, d. h. bei derjenigen, welche der Bildung der Sexualzellen vorangeht, findet keine Teilung der vorhandenen Chromosomen statt, sondern von den vorhandenen Chromosomen gelangt je eine Hälfte in die beiden Tochterzellen mit nunmehr haploder Chromosomenzahl. Baur drückt dies so aus, daß er sagt: jede reife Keimzelle hat einen „kompletten Satz“ von Chromosomen, jede Diploide enthält denselben zweimal, einmal vom Vater, einmal von der Mutter. Bei der Reduktionsteilung bekommen die Tochterzellen aber bloß einen einfachen Satz, wobei sich die väterlichen Chromosomen zufällig auf die Tochterzellen verteilen. Ein Prozeß, welcher tatsächlich der Reduktionsteilung entspricht, muß in jeder Hypothese für die stofflichen Grundlagen der Mendelschen Spaltungsregel supponiert werden. Die Chromosomen sind Bildungen, welche in ihrem ganzen Verhalten solchen theoretischen Postulaten zu entsprechen scheinen. Danach würde also ein mendelnder idioplasmatischer Unterschied auf eine Verschiedenheit im Bau zweier homologer

[1]) Vgl. E. Baur: l. c.

Chromosomen zu beziehen sein. Auch die Kreuzungsergebnisse bei mehrere Grundunterschiede aufweisenden Rassen lassen sich in dieser Weise erklären. Die Spaltung und Durcheinandermengung der Grundunterschiede bei der Gametenbildung eines Bastards wird sonach immer wieder durch die Verteilung der väterlichen und mütterlichen Chromosomen bewirkt. Gewissen Schwierigkeiten dieser Hypothese sucht man durch Hereinziehen der „Faktorenkoppelung" zu begegnen[1]).

Auch auf dem Gebiete der Geschlechtsbestimmung ist die spezielle Funktion eines einzelnen Chromosoms[2]) kaum mehr zu bestreiten.

Alles Vorstehende rechtfertigt den Schluß, daß Kern und Zellplasma die Artspezifizität repräsentieren. Das Plasma wird, wie wir im folgenden sehen werden, außerdem ganz besonders Träger der Organspezifizität und des Funktionscharakters. Die Verschiedenheit von Kern und Plasma ermöglicht bestimmte Stoffwechselvorgänge. Da, wo es sich um ausgesprochen spezifische oder Rassencharaktere, und zwar sowohl um Formverhältnisse, wie um Eigenschaften chemischer Art (z. B. die Produktion bestimmter Sekrete, Pigmentablagerung usw.), handelt, tritt die führende Rolle des Kerns hervor. Dazu stimmen direkte histologische Beobachtungen[3]), sowie die Erfahrung, daß z. B. kernlose Fragmente nicht regenerationsfähig sind, sowie der ganze Befruchtungsprozeß.

Keimplasma und Soma. Art und Organspezifizität.

22. Während bei Darwin[4]) die Keimzellen gewissermaßen ein Extrakt des Gesamtorganismus darstellen, hat die Lehre Weismanns[5]) zu einer weitgehenden Sonderung, ja Entgegenstellung von Fortpflanzungs- und Somazellen geführt. Erstere, denen die Vermehrung und die Arterhaltung zufällt, machen eine eigene Entwicklung durch und haben mit letzteren gar nichts gemein. Sie sind ausdrücklich als „Gäste" des Soma bezeichnet worden. Letzteres ist in gewissem Betracht nur wegen der Sexualzellen da usw. usw. Ihre Entstehung nehmen die Keimzellen direkt aus den elterlichen Keimzellen (Kontinuität des Keimplasmas von der Keimzelle der Mutter bis zur Keimzelle der Tochter), indem bei der Eifurchung und beim weiteren Körperaufbau ein Teil des Keimplasmas unverbraucht bleibt, um in Form neuer Keimzellen sichtbar zu werden (vgl. oben S. 164).

Das Tatsächliche dieser Lehre liegt zunächst auf morphologischem Gebiet (frühzeitige Umwandlung von undifferenzierten Zellen in Geschlechtszellen, die sog. Keimbahn, die Wanderung der Sexualzellen aus dem Soma, die Getrennthaltung

[1]) Vgl. auch die ausführliche kritische Darstellung der Chromosomenhypothese der Vererbung (Annahme einer kernplasmatischen Spaltung!) von Haecker, l. c.

[2]) C. E. Mc. Clung: Biol. Bull. Vol. 3. 1902.

E. B. Wilson: Journ. exp. Zool. Vol. 2–9. 1905/10. Journ. Morph. Vol. 22. 1911. Science progress. Nr. 16. 1910. Arch. f. mik. Anatomie, 77. Bd. 1911.

Th. Boveri: Sitz.-Ber. Phys. med. Ges. Würzburg 1908/9/11. Arch. f. Zellforschung, 4. Bd. 1909.

[3]) V. Haecker: l. c.

E. Godlewski: Physiologie der Zeugung. Handb. d. vergleich. Physiologie, III, 2.

Ch. S. Minot: l. c.

Schaxel: l. c.

[4]) Ch. Darwin: Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustand der Domestikation. Deutsch von Carus, Stuttgart 1868.

[5]) A. Weismann: Über die Vererbung. Jena 1883. Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena 1885.

E. Godlewski: Arch. f. Entw.-Mech., 20 Bd. 1906.

der Geschlechtszellen). Was die Sexualzelle zum Ei oder zum Spermatozoon macht, ist physiologisch unvollständig definierbar. Dagegen kann man sichtbare Veränderungen feststellen bei dieser Umwandlung (geschlechtsbestimmendes Chromosom). Das wichtigste einschlägige Faktum aber ist die Übereinstimmung der Keimzellen, als der Ausgangspunkt, aus welchem einerseits der elterliche, andererseits der kindliche Organismus in sämtlichen einzelnen Entwicklungszuständen vollkommen ähnlich hervorgeht[1]). Gegenüber Nägeli[2]), welcher die in den Keimzellen enthaltene Substanz während der Ontogenese einen Kreislauf von Veränderungen vollziehen läßt, der sie durch den Aufbau des neuen Individuums hindurch zum Ausgangspunkt zurückführt, scheint mir, abgesehen von den histologischen Merkmalen der Keimbahnzellen, in den Tatsachen der heutigen Lehre von der Artspezifizität wirklich eine starke Stütze zu liegen für eine stoffliche Kontinuität im Sinne von Weismann. Trotzdem erblicke ich in der Entfaltung der von den abgelösten Keimzellen eingeschlossenen Anlagen beim Entstehen des jungen Organismus eine Gleichgewichtsstörung, welche auf dem Umweg über letzteren zur Ruhe, resp. zum Ausgang zurückkommt. Auch die Somazellen repräsentieren nämlich eine, und zwar dieselbe stoffliche Kontinuität, weil alle Zellen des jungen Organismus in stofflicher und dementsprechend auch funktioneller Kontinuität mit den elterlichen Keimzellen stehen. Wenn nicht jede beliebige Somazelle die Speziesanlage auch zur Entfaltung zu bringen vermag, so liegt dies an der weitgehenden Differentiation, welche schließlich das Zellteilungsvermögen ganz aufhebt, oder in äußeren Ursachen.

Man kann ferner keinesfalls sagen, daß die gesamte Organisation des Speziesexemplars gleichgültig ist für die Sexualzellen. Wir sehen, daß bei allen sich geschlechtlich fortpflanzenden Arten Haplonten genannte Zellgenerationen mit einfacher, und als Diplonten bezeichnete mit doppelter Chromosomenzahl abwechseln. Bei den höheren Tieren ist die haploide Generation sehr stark reduziert, auf die eigentlichen Sexualzellen beschränkt, indem auf den Diplonten dieselben direkt entstehen, während z. B. der Farndiplont (die Farnpflanze) haploide Sporen bildet und den Farnhaplont (das Prothallium), auf welchem erst Archegonium und Antheridium, Eizelle und Spermatozoid, entstehen.

Weiterhin übt die Interstitialdrüse (der männlichen Gonade) einen wichtigen Einfluß auf die Entwicklung der Generationsdrüse, den genitalen Hilfsapparat und auf die sekundären Geschlechtsmerkmale, somit auf die gesamte Körperbildung, ebenso endlich auf die ganze Persönlichkeit. Hypophyse, Thymus, Schilddrüse, Nebennieren wiederum stehen in mehr oder weniger enger Korrelation mit den Keimdrüsen.

An die Stelle von Keimplasma und Soma im Sinne Weismanns, von Idio- und Trophoplasma nach der Vorstellung Nägelis, von Embryonal- und (ein Plus bedeutender) Spezialstruktur, welche alle, abgesehen von ihrer vorwiegend formalhistioiden Grundlage, ausdrücklich separatistisch oder gegensätzlich in der Weise gedacht waren, daß von einer an Menge stark zurücktretenden Vererbungssubstanz eine Entwicklungsbewegung der übrigen lebendigen Substanz mitgeteilt, resp. hier durch den Nahrungsumsatz unterhalten wird, muß, glaube ich, aus dem Gesichts-

[1]) Vgl. V. Haecker: l. c.

[2]) C. Nägeli: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München u. Leipzig 1884.

punkte einer chemischen (chemisch physikalischen) Theorie der Formbildung und der Organisation überhaupt die im Gewebseiweiß jedes Einzelorgans originär artspezifische, strukturchemische Gruppierung (Arteigenheit) und die hiervon in bestimmten Betracht abhängige organspezifische Konfiguration treten[1]. Damit ist natürlich nicht eine einfache Transposition von Namen, sondern eine solche von Anschauungen gemeint.

Nach E. P. Pick wären die artspezifischen Gruppen im Eiweißmolekül der Hauptsache nach mit dem aromatischen Kern als Mittelpunkt zusammenhängend. Variationen der Artspezifizität als solcher beziehen sich auf den Gesamtkomplex, d. h. auf die entsprechenden Seitenketten und die Konfiguration des ganzen Moleküls. Wir könnten nun annehmen, daß die Keimzellen mit ihrem Anlagenbestand irgendwie die Anlagen enthalten zu jeder Art von spezieller Differentiation: als Reaktionsmöglichkeiten, resp. als chemische Gleichgewichte, in welchen die charakteristischen Reaktionen aller verschiedenen Organqualitäten (Abscheidung bestimmter Körper, Speicherungen, spezifischer Organstoffwechsel) noch „gehemmt" sind. Die Differenzierung entspricht nicht bloß qualitativen, sondern auch quantitativen (reaktionsbeschleunigenden und verzögernden) Änderungen. Auch diese verlaufen am aromatischen Eiweißkern, allerdings an anderen chemischen Orten. Dabei besteht eine weitgehende qualitative Maschinerie (eine gleiche „chemische" Maschinerie, wie man es genannt hat[2]) in allen Körperzellen fort.

Das native Zelleiweiß der verschiedenen Organe derselben Tierart weist also konstitutive Differenzen auf, welche den verschiedenen Seitenketten eines Benzolringes entsprechen. Nun ist bei allen aromatischen Verbindungen der enorme gegenseitige Einfluß benachbarter Gruppen hinlänglich bekannt. Eine strikte Trennung der an die Artspezifizität geknüpften, an allen Formen der lebendigen Substanz gleicher Spezies zu beobachtenden gleichen Wirkungen und der spezifischen Leistungen der vitalen Teilsysteme (der „spezifischen Energien") ist also im gegebenen Falle nicht leicht. Die Erregung einer Muskel- und einer Drüsenzelle in concreto ist, entsprechend der geweblichen Mannigfaltigkeit, physiologisch ein recht verschiedener Vorgang. Trotzdem ist unsere Betrachtungsweise keine bloß formale Abstraktion, sie kann bereits auf einen experimentellen Tatsachenkreis gestützt werden. Langley hat z. B. gezeigt, daß Nikotin nicht auf die Nervenendigungen, sondern auf die kontraktile Muskelsubstanz einwirkt. Bei eintretender tonischer Kontraktion einer- und fibrillärer Zuckungen andererseits nimmt er verschiedene Rezeptoren für das Gift an. Ähnliches wies er für Adrenalin und den glatten Muskel nach[3]. Dazu stimmen ältere Experimente von Lewandowski[4] an der Iris und Netzhaut.

Das autonome Leben der Teile und deren Verhältnis zum Ganzen ist aus diesem Gesichtspunkte jedenfalls ein anderes, wie es dem Gegensatz zwischen Soma und Keimplasma bei Weismann entsprechen würde. Das entwickelte organische Individuum kann als vermittelndes Bindeglied der Keime von Generation zu Generation gelten. Es ist ferner ganz richtig, daß im entwickelten Gesamtorganismus alle

[1] Vgl. E. P. Pick: Biochemie der Antigene. Sond.-Abdr. Handb. der pathogenen Mikroorganismen. 2. Aufl. Bd. I. Fischer, Jena 1912.

[2] Lundegardh: l. c.

[3] J. N. Langley: Journ. of Physiology. Vol. XXXIII. 1905/6. Vol. XXXVII. 1908.

[4] Lewandowski: Arch. f. (Anatomie und) Physiologie, 1899.

Teile (Zellen) einheitlich zu einem funktionellen Ganzen zusammenwirken, indem sie einander „ergänzen". Aber zum Stoffwechsel der einzelnen Zellen, entsprechend der Organspezifizität, kommt nicht bloß Stoffleitung im Gesamtorganismus, resp. Stoffaustausch hinzu: der im Gesamtorganismus wie in der Zygote vorhandene Anlagenbestand (Arteigenheit) enthält auch schon die speziesgemäße Arbeitsteilung.

Wenn die Manigfaltigkeit der differenzierten Strukturen maßgebend ist für die Verschiedenartigkeit des vitalen Geschehens in den Körperteilen des Artexemplars, so müssen wir fragen, wo liegen die funktionellen Grenzen der Organspezifizität? Im allgemeinen decken sich diese mit denjenigen der spezifischen Energie. Gewöhnlich wird nun jene Frage nur in dem Sinne gestellt, wie weit die vitalen Systeme vermöge der letzteren auf verschiedenartige Reize in übereinstimmender Weise reagieren[1]). Wir wollen hier von einem anderen Standpunkte an dieselbe herantreten.

Alle Lebensprozesse spielen sich ab innerhalb des Rahmens des Stoffwechsels. Rein physikalische Vorgänge, wo sie wirklich vorhanden sind, folgen formal ihrem Muster. Nicht sämtliche chemischen Umsetzungen sind direkt miteinander verknüpft. So konnte man vor allem zwei große Kategorien (gegliederte Reihen, Systeme) im Stoffwechsel aufstellen: Aufbau- und Abbaukette. Alles spricht dagegen, daß die eine immer bloß Ausdruck der chemischen Reversibilität der anderen wäre. Der Aufbau geht gegebenenfalls andere Wege. Ebenso sind Auf- und Abbau nicht einfach koordiniert. Ihr Verhältnis ist für das organische Individuum nach artgemäßem Muster mittels eines dynamischen Gleichgewichts reguliert.

Die organischen Systeme, welche in sich fortwährend chemische Umsetzungen durchmachen, beständig Energie nach außen abgeben und sich dabei erhalten, müssen ja dynamische, d. h. solche sein, in welchen sich verschiedene Prozesse gegenseitig Gleichgewicht halten. Die beiden erwähnten (aufbauenden und Zerstörungs-) Prozesse hat in Übereinstimmung mit Blainville, Cuvier und Flourens[2]) zunächst Cl. Bernard als Grundfunktionen angenommen. Blainville sagt: „La vie est un double mouvement interne de composition et de décomposition à la fois général

[1]) Vgl. für das Folgende M. Verworn: Erregung und Lähmung. Jena, Fischer, 1914.

[2]) Cl. Bernard: Leçons sur les phénomènes de la vie, I. Paris 1881.

E. du Bois Reymond: Grenzen des Naturerkennens. Sieben Welträtsel.

E. Mach: Prinzipien der Wärmelehre. 2. Aufl. Leipzig 1900.

E. Hering: Zur Lehre vom Lichtsinn. Wien 1878. Zur Erklärung der Farbenblindheit aus der Theorie der Gegenfarben. Wien 1880. Lotos, l. c. Graefe-Saemisch: Hdb. der Augenheilkunde, 2. Aufl. I. Teil. 3. Bd., 12 Kop. Leipzig 07.

F. Kraus: Ermüdung als Maß der Konstitution.

R. Avenarius: Kritik der reinen Erfahrung. I. Bd.

C. Hauptmann: Metaphysik in der modernen Physiologie. 1899.

G. Hirth: Energetische Epigenesis und epigenetische Energieformen usw. München. Entropie der Keimsysteme. München 1900, 1898.

Bergson: L'évolution créatrice. Paris 1907. (Deutsch Jena 1911.)

F. Auerbach: Ektropismus oder die physikal. Theorie des Lebens. Leipzig, Engelmann, 1910.

W. Ostwald: Naturphilosophie. 3. Aufl. Leipzig.

R. Höber: Physikal. Chemie d. Zelle und d. Gewebe. 4. Aufl. Leipzig, Berlin 1914.

A. Cohen-Kysper: Versuch einer mechanischen Analyse der Veränderungen vitaler Systeme. Leipzig 1910. Die mechanischen Grundgesetze des Lebens. Leipzig, Barth, 1914.

A. v. Czermak: Führende Ideen der Physiologie der Gegenwart l. c.

et continu." Und Cuvier: „Je considère, qu'il-y-a necessairement dans l'être vivant deux ordres de phénomènes: 1. les phénomènes de création vitale ou de synthèse organisatrice, 2. les phénomènes de mort ou de déstruction organique. Bei uns hat vor allem E. Hering die Aufstellung dieser beiden Grundfunktionen durchgeführt im Lichte der Tatsachen, welche er für eine Theorie des Licht- und Farbensinns verwertete. Es scheint mir höchst bemerkenswert, daß, bevor das Massenwirkungsgesetz, Fermentlehre usw. herangezogen werden konnten, ganz unabhängig von einem großen Experimentator und Denker der vitale Prozeß in seinen allgemeinsten Grundzügen so formuliert worden ist, wie ihn die chemische und physikalisch- chemische Analyse nachher langsam tatsächlich aufklärte und noch aufklärt. Ich selbst werde hier über Hering, abgesehen von der (mehr nebensächlichen) finalistischen Einkleidung seiner Darlegungen, höchstens insofern hinauszugehen haben, als ich mit Cohen und Höber nicht mehr bloß die Erhaltung des dynamischen Systems ins Auge fasse, deren allgemeinste Bedingung nur ein derartiges Verhältnis beider Funktionsarten verlangt, daß der Bildungsprozeß ausgleicht, was der Abbauprozeß zerstörte, und eine Steuerung beider, durch welche sich das System anscheinend selbst vor Erschöpfung schützt, sondern vielmehr die stetige Wirkungsfähigkeit (Arbeitsfähigkeit im chemischen Sinne), die voraussetzt, daß immer eine Gleichgewichtslage des Systems oberhalb des definitiven chemischen Gleichgewichts zustande kommt, weil letzteres ebenso arbeitsunfähig wie stabil wäre. Das ist ein wichtiger Unterschied zwischen einzelligen Organismen, bei denen der Energiegehalt und Umsatz sozusagen gleich ist, und den Säugern. Schon damit ist der Aufbau in den Vordergrund gestellt. Das habe ich auch schon vorher ganz unabhängig in einer Arbeit, welche die Ermüdung als Maß der Konstitution erweisen sollte, getan. Es handelt sich nun darum, wie wir für eine praktische physiologische und pathologische Verwertung über das rein (chemische) Formale und Allgemeine dieser Systemisierung hinwegkommen?

Daß die Reize, soweit sie die Organspezifizität betreffen, primär dissimilatorisch erregend wirken, hat M. Verworn[1]), gestützt auf ein reiches physiologisches Tatsachenmaterial, in allen Konsequenzen auseinandergesetzt. Es sind im allgemeinen Reservestoffe, auf deren Kosten sich dieser Teil der Lebensarbeit vollzieht. Eine primäre assimilatorische Erregung, eine Steigerung der Aufbauprozesse in der lebendigen Substanz, resp. der Bildung von lebendiger Substanz, anerkennt Verworn als Primärwirkung von Reizen nur in den Folgen gesteigerter Nahrungszufuhr während längerer Zeit. Er ist sogar geneigt, diese erregende Wirkung der gesteigerten Nahrungszufuhr im vitalen System bloß als einfachen Ausdruck des Massenwirkungsgesetzes anzusehen. Eine der Grenzen der spezifischen Energie, resp. der Organspezifizität, sieht Verworn somit in der Entwicklung. Eine schärfere Trennung von Artplasma und Organspezifizität nimmt Friedenthal[2]) vor, wenn er von Protoplasma und von (quantitativ beim Tier stark überwiegenden) paraplasmatischen (Maschinen-) Bestandteilen spricht und nur das erstere (im Zusammenhang mit der Allgemeingültigkeit des Manenwirkungsgesetzes beim vitalen Prozeß) als die aktive Masse bezeichnet, weil es allein die Fähigkeit besitze, daß das neu Angesetzte sofort am (direkten, aktiven) Wachsen teilnimmt.

[1]) M. Verworn: Erregung und Lähmung. Jena 1914.

[2]) H. Friedenthal: Physiologie des Menschenwachstums. Berlin, Springer, 1914.

Auch wir wollen das Artplasma und damit das originäre Ganze des Organismus in Zusammenhang bringen mit den Vorgängen der Entwicklung, der Fortpflanzung, der Regeneration, also ganz allgemein mit dem (als Arbeitsvorgang anzusehenden) Aufbau. An der hiervon abhängigen Formbildung haben paraplasmatische Bestandteile schließlich den größten Anteil.

Den Aufbau sollte man dann nicht zu weitgehend in den Wiederersatz abgenutzten Materials und in (eigentliches) Wachstum sondern[1]). Entwicklung im weitesten Wortsinn ist während der gesamten Individualitätsphase vorhanden. Wachstum hört auch im höchsten Alter bei den höheren Organismen nie völlig an allen Stellen auf. Die chemischen Bausteine für das Wachstum liefert das Artplasma. Eine Grenze zwischen Nahrungsaufnahme, Stoffwechsel und Wachsen ist nur in bestimmtem Betracht aufstellbar. Wesentlich ist die Auswahl des Zuwachses nach Maßgabe der chemischen Affinität. Der Stoffwechsel schafft immer wieder Wachstumsbedingungen. Die vom Organismus aufgenommenen Stoffe dienen nicht schlechthin als Ersatzmaterial, neben dem Nähreffekt haben wir vielfach auch Reizerfolge. Es gibt eine Unmasse von stofflichen Wachstumsreizen besonders bei den Pflanzen. Bei den Tieren kommen vor allem Hormone (neben den allgemeinen Lebensbedingungen) als Wachstumsreize ein Betracht.

Noch eine andere schon angedeutete Betrachtungsweise der Leistungen des Ganzen im Organismus ergibt sich. Was in allen speziellen Formen der lebendigen Substanz, bzw. in allen Teilen des Artexemplars gemeinsam und gleichmäßig sich abspielt, wie z. B. die Zustände und Leistungen bei Erregung und Lähmung, ist zum Artexemplar in Beziehung zu setzen, allerdings entkleidet der konkret-spezifischen Mannigfaltigkeit, wie sie eben der gestaltlichen Verschiedenheit der Organe entspricht. In diesem Sinne werden wir eine für den Gesamtkörper charakteristische Reaktionsweise des Asthenischen, des Basedowkranken, des Hysterischen, des Zyklothymischen u. a. finden.

Vielleicht können wir auch noch an gewisse Vorstellungen von R. Hertwig[2]) anknüpfen. Nach diesem Forscher bedarf es zur normalen Erledigung der Lebensprozesse nicht nur der treibenden Kräfte, sondern auch der regulierenden. Letztere liegen augenscheinlich in dem, was hier Entwicklungsarbeit genannt wurde. Z. B. verstärke die Befruchtung, als Vereinigung zweier verschiedenartiger Organisationen diese regulierenden Einwirkungen; dieselbe sei also umso notwendiger, je höher die Organisation und je lebhafter der Lebensprozeß ist.

Noch anders ausgedrückt, beschäftigen wir uns vor allem mit dem Artgeschehen in spezieller Beziehung zu Kreuzung und Modifikation, gegenüber der Symptomatologie der Prozesse innerhalb der Individuen. Die verwendbarsten Symbole für die allgemeinen Reizwirkungen ergeben sich allemal aus dem Stoffwechsel. Immer wieder werden wir anknüpfen können an die schon erwähnte Steuerung der Auf- und Abbauprozesse und an eine andere Heringsche Theorie: die gegenseitige Induktion der Elemente des vitalen Systems, an bestimmte Wechselwirkungen. Es handelt sich hier fast weniger um nervöse Zusammenhänge, als um die Leistung der innersekretorischen Drüsen u. a. Aus dem folgenden wird sich ergeben, wie sehr die ge-

[1]) M. Rubner: Problem der Lebensdauer. München, Berlin, Oldenbourg, 1908.
[2]) R. Hertwig: Sitzber. der math. physik. Kl. d. bayer. Akademie. 32. Bd. 1902.

samte Entwicklung speziell durch die endokrinen Organe beeinflußt ist. Die formative Beeinflussung des Blutdrüsensystems erstreckt sich auf die gesamte Dimensionierung ebenso, wie auf die relative Gestaltung (die Proportionen) von Skelett und Weichteilen, der Phänotypus enthält von dieser Seite durch korrelative Differenzierung, spezielle Ausgestaltung und Ausreifung in Ort und Zeit sein terminales, chemisches und formales, alters- und geschlechtsgemäßes Gepräge. Die schließliche Kompositionsharmonie kommt, soweit sie existiert, vor allem mit auf Rechnung des Zusammenarbeitens der endokrinen Organe. Körperreife und Reife der Blutdrüsen stehen in Abhängigkeit voneinander. Die Hormone wirken wenigstens indirekt assimilatorisch und dissimilatorisch, resp. ek- und entropistisch durch entsprechende Regelung des Verhältnisses von Auf- und Abbauprozessen. Die endokrinen Organe stehen in vielfachen innigsten Wechselbeziehungen. Ich lasse dahingestellt, ob alle Variationen des individuellen Wachstums (Vermehrung, Abschwächung, gestörte Proportion) ohne weiteres direkt auf die Blutdrüsen zu beziehen sind. Sämtliche phänotypischen Merkmale sind ja präexistent im Genotypus enthalten. Der Unterschied zwischen genotypischen Ursachen und Beeinflussung durch endokrine Organe braucht aber durchaus nicht absolut gemacht zu werden, da der Anlagenbestand die Reifung der Blutdrüsen für sich bestimmt und die letzteren, zusammen mit äußeren Bedingungen, nur artplasmatische Leistungen nach Ort und Zeit steigern, resp. sonst modifizieren. Es ist zu berücksichtigen, daß der Einfluß der endokrinen Organe wahrscheinlich schon in sehr frühen Entwicklungsstadien vorhanden ist. Man hat eine, den späteren Wirkungen der endokrinen Organe analoge Beziehung auf diffusivem Wege noch vor Ausbildung des Blutkreislaufs angenommen[1]. Bei der innigen Verbindung des fötalen mit dem mütterlichen Kreislauf sind selbst die Hormone der Mutter mit herangezogen worden.

Damit gelangen wir endlich wiederum zur Stellungnahme gegenüber den Lehren Weismanns zurück. Auch die modifizierenden Einflüsse der Umwelt werden wir gegenwärtig vielfach auf die Funktionen der innersekretorischen Drüsen zu beziehen haben. Die Umwelt variiert zunächst diese[2]. Die parallele Beeinflussung von Idioplasma und Soma macht im Lichte der Tatsachen der inneren Sekretion keine grundsätzlichen Schwierigkeiten mehr, es ist eine wechselseitige Induktion der Elemente (Prozesse) des vitalen Systems. Der Gegensatz zwischen somatischer Induktion der Geschlechtszellen und paralleler Beeinflussung verliert die einstige Schärfe. So verstehen wir auch das Lamarcksche Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften. Prinzipiell haben wir gegen die Vererbung erworbener Eigenschaften nichts einzuwenden. Wählen wir zum Beispiel den Fall des Morbus Basedowii. Wir könnten ja davon ausgehen, daß das individuelle Artplasma nicht ausschließlich solche Potenzen besitzt, welche sich normalerweise in den einzelnen Varietäten unserer Spezies äußern, sondern auch eine Anzahl anderer, welche nur unter abnormen Verhältnissen als „Transversionen" zum Vorschein kommen[3]. Aber wir wissen,

[1] A. Biedl: Innere Sekretion. 3. Aufl. Berlin u. Wien 1916.

[2] Vgl. auch C. Rabl: Züchtender Einfluß funktioneller Reize; und J. Tandler: Ztschr. f. angew. Anatomie und Konstitutionslehre, I. Bd., I. Heft. Berlin, Springer, 1913.

[3] Vgl. V. Haecker: Vererbungs- und variationstheoretische Einzelfragen. Ztschr. Ind. Abst., 1. Bd. 1908.

daß der Morbus Basedowii direkt erblich ist[1]). Da müssen wir das Nichtvorhandensein einer geschlossenen Basedow„rasse" doch wohl auf das Fehlen der Selektion beziehen. Aber auch, daß einseitige Lamarcksche Abänderungen, welche nur bestimmte Körperteile betreffen, also etwa funktionelle Variationen durch Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Einzelorgans, sowie Erwerbungen des Individuums nicht vererbt werden, verstehen wir von unserem Standpunkt aus vollständig[2]).

Haplont. Diplont.

23. Die Gegenüberstellung von Keimplasma und Soma ist mit Recht stark betont worden[3]). Dagegen fand eine andere Gegensätzlichkeit viel weniger Berücksichtigung, bzw. sie wurde nicht vergleichend biologisch analysiert. Eine konzentrierte Darstellung des Gegenstandes findet sich im Werke Baurs[4]), dem ich das Folgende entnehme.

Alle Pflanzen mit geschlechtlicher Fortpflanzung trennen sich nach zwei verschiedenen Generationen. Oft sind die Unterschiede dieser Generationen sehr in die Augen springende, Baur führt als Beispiel die Farne an, wo der Haplont, das Prothallium, als Gametophyt auffallend abweicht von dem Diplonten, d. h. der Farnpflanze (Sporophyt). Der Haplont hat die halbe Chromosomenzahl wie der Diplont. Die Generationsfolge ist die, daß aus der befruchteten Eizelle die Farnpflanze (der

---

[1]) H. Paeßler: Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde 1895.

A. Kocher: Grenzgebiete Med. u. Chir. 1902.

R. Murray: Lancet 1902.

Reymond u. Serieux: Révue de médecine 1892.

H. Goldberg: Diss. Berl. 1910 (mit vielen Literaturangaben).

[2]) Detto: Theorie der direkten Anpassung und ihre Bedeutung f. d. Anpassungs- und Deszendenzproblem. Jena 1904.

Eimer: Entstehung der Arten. Jena 1888.

E. Fischer: Arch. Rass. Ges. Biol. 4. Tgg. 1907.

V. Haecker: Allgem. Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig 1912.

O. Hertwig: Allg. Biol. 4. Aufl. Jena 1912.

L. Plate: Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. 3. Aufl.

P. Kammerer: Arch. Entwicklmech., 25. Bd., 1907; 28. Bd., 1909; 29. Bd., 1910.

H. Ribbert: Vererbung. Dtsch. Med. Wochenschr. 1911.

E. Rignano: Vererbung erworbener Eigenschaft. Leipzig 1907.

H. Przibram: Exp. Zool. III. Leipzig u. Wien 1910.

W. Roux: Über die bei Vererbung blastogener und somatogener Eigenschaft anzunehmenden Vorgänge. Verhdl. naturforsch. Verein, Brünn, 40. Bd. 1911.

R. Semon: Stand der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. Abderhaldens Fortschritte naturwissenschaftl. Forschung, 2. Bd., 1911. Verh. naturf. Ver. Brünn, 49. Bd., 1911.

M. Standfuß: Handb. d. paläol. Grauschmetterlinge. Jena 1896. Verh. Schweizer naturf. Ges. (Luzern), 1905.

Weismann: Vererbung. Jena 1883. Kontinuität des Keimplasmas. Jena 1885: Rückschritt in der Natur. Freiburg 1886. Vermeintliche botanische Beweise. Erlangen 1888. Vererbung. Jena 1892. Keimplasma, eine Theorie der Vererbung. Jena 1892. Allmacht der Naturzüchtung. Jena 1893. Äußere Einflüsse als Entwicklungsreize. Jena 1899. Neue Gedanken zur Vererbungslehre. Jena 1895. Germinalselektion. Jena 1896. Vorträge über Deszendenztheorie. 2. Aufl. Jena 1904.

E. Ziegler: Beiträge zur pathologischen Anatomie und Physiologie, 1. Bd. 1886.

H. E. Ziegler: Naturwissenschaftl. Wochenschr. N. F. 9. Bd. 1910.

W. L. Tower: Carnegie Inst. Wash. Publ. 48. 1900.

E. Tschermak: Arch. Rass. Ges. Biol., 5. Jahrg., 1906.

R. Woltereck: Verh. D. Zool. Ges. 1909, 1911. Martius: l. c.

[3]) Vgl. Th. Boverie: Festschr. f. R. Hertwig. 3. Bd. 1910.

[4]) E. Baur: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin, Bornträger, 1914.

Diplont) hervorgeht, welcher Sporen bildet. Dabei findet die Reduktionsteilung statt, so daß die Spore die erste Zelle des Haplonten (des Prothallium) ist. Prinzipiell gleicher Generationswechsel findet sich bei allen Pflanzen mit geschlechtlicher Fortpflanzung und auch bei den sexuell sich fortpflanzenden Tieren. Bei den höheren Pflanzen (Phanerogamen) und bei fast allen Tieren ist jedoch der Haplont sehr stark reduziert, bei gewissen Algen gilt dies aber wiederum für den Diplonten. Morphologisch sind gewöhnlich die beiden Generationen stark verschieden (Farnprothallium — Farrenkraut). In manchen Fällen sind aber beide Generationen auch wenig abweichend in der Form.

Den Reduktionsprozeß hat van Beneden[1]) entdeckt, indem er, als Erster, zeigte, daß Ei- und Samenkern nur die halbe Zahl der Chromosomen von der nach dem Zahlengesetz zu erwartenden Zahl besitzen. Zur Erklärung stellte er die nukleäre Ersatztheorie und die Lehre vom Zellenhermaphroditismus auf. Weismann wiederum leitete die Reduktion aus seiner „Ahnenplasma"theorie ab[2]). Daß die Kinder im allgemeinen gleichviel von Vater und Mutter erben, hatte schon Galton und Naegeli angenommen. Väterliches und mütterliches Blut setzt sich wieder ebenso zusammen, der Enkel hat also von seinen zwei väterlichen und zwei mütterlichen Großeltern je ein Achtel Blut, und in diesem Verhältnis ist auch der Erbanteil von jeder älteren Generation weiter zu schätzen. Das Keimplasma der vierten Generation ist aus sechzehn, das der zehnten schon aus 100 verschiedenen Ahnenplasmen, das der nten aus n^2 zusammengesetzt. Bei Fortsetzung dieses Teilungsprozesses muß ein Zeitpunkt kommen, von welchem ab eine weitere Halbierung nicht mehr möglich ist, weil die Einheiten ihre Natur als Vererbungssubstanz verlieren würden. Würde man z. B. annehmen, daß nur 16 Einheiten im Kernfaden Platz finden, wäre die Grenze der Teilbarkeit bereits mit der fünften Generation erreicht. Durch eine in jeder Generation sich wiederholende Reduktion der Zahl der Ahnenplasmen beim Reifeprozeß der weiblichen und männlichen Keimzellen kann die geschlechtliche Fortpflanzung vor sich gehen, ohne daß gleichzeitig die zu einer Keimzelle gehörige Masse des Keimplasmas sich verdoppelt. O. Hertwig[3]) endlich betrachtet die Reduktion aus dem Gesichtspunkte einer Verhütung der Summierung der Erbmasse. Ich glaube nicht, daß eine der drei genannten Hypothesen das Wesen der Sache erschöpft. Der Mendelismus läßt in der befruchteten Keimzelle die väterliche und mütterliche Erbmasse in einer gemischten Anlage vereint werden, so, daß von den korrespondierenden väterlichen und mütterlichen Genen Merkmalspaare („Allelomorphe") sich herstellen. Bei Erzeugung neuer Keimzellen für die erste Filialgeneration trennen sich die verbundenen Gene wieder (Spaltungsregel). Die Gene werden auf die reifen weiblichen und männlichen Keimzellen in gleichen Zahlenverhältnissen, aber in verschiedenen Kombinationen der heterozygoten Merkmale verteilt. Untrennbar, wie es das Weismannsche Id voraussetzt, sind also die Anlagen nicht. Die Austauschbarkeit und neue Kombinierbarkeit stimmt aber auch wenig zu einer durch Reduktion vorteilhaft vermeidbaren Summierung der Erbmasse.

[1]) E. van Beneden: Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire 1884.

[2]) A. Weismann: Die Zahl der Richtungskörper und ihre Bedeutung für die Vererbung. Jena 1887.

[3]) O. Hertwig: Arch. f. mikr. Anatomie, 36. Bd.

Mißbildungen.

24. Die Mißbildungen interessieren uns an dieser Stelle bloß hinsichtlich ihrer begrifflichen Abgrenzung und ihrer Beziehungen zur Individuation, resp. Variation und zum Geschwulstproblem.

Am besten hält man sich an die Definition Schwalbes[1], der unter Mißbildung eine während der Entwicklung zustandegekommene Veränderung der Form eines oder mehrerer Organe oder Organsysteme des Körpers versteht, welche außerhalb der Variationsbreite der Art gelegen ist. Zur Variation existieren alle Übergänge. Ein weiteres Kriterium der Mißbildung ist, nach Schwalbe, die Funktionsstörung. Während ferner die Varitäten, als mit der Artbildung im Zusammenhang stehend, vererblich sind, können Mißbildungen zwar ebenfalls vererbbar (genotypisch begründet), aber auch blasse Modifikationen (Einflüsse auf die Zygote im Verlauf ihrer Entwicklung) durch äußere Momente sein. Fötale Krankheiten (Schwalbe erkennt mit Recht bloß solche an, die mit pathologischen Prozessen des Extrauterinlebens übereinstimmen) sind, wenigstens in ihren Ausgängen und Folgen nicht immer sicher von Mißbildungen abzutrennen. Besondere Schwierigkeiten machen die fötalen Entzündungen.

Durch die Arbeiten E. Schwalbes hat sich ferner die Frage nach der kausalen und nach der formalen Genese (der Mißbildungen und Blastome) eingebürgert. Für unsere Betrachtung und Betrachtungsweise scheint die letztere, welche sich auf das „wie" der einschlägigen Vorgänge im morphologischen und besonders im zeitlichen Sinne bezieht, viel wichtiger. Unter „teratogenetischem Terminationspunkt" versteht Schwalbe die Zeit, bis zu der, nach entwicklungsgeschichtlichen Regeln, das störende Moment spätestens eingewirkt haben muß. Die Genese der Mißbildungen kann im übrigen natürlich vorwiegend auf inneren Momenten (des noch unbefruchteten Keims sowohl wie der Zygote), oder auf äußeren (vor allem mechanischen) beruhen. Die erstere Entstehungsweise wird durch die Vererbbarkeit bewiesen. Die Polydaktilie z. B. kann auf beide Weisen entstehen. Die Genese durch Keimesvariation eröffnet das Problem, inwiefern Mißbildungen von Bedeutung sind für Rassenbildung. Mit Recht verglich Schwalbe das Auftreten derselben den Vriesschen Mutationen (Beispiel der fünffingerigen Hühnervarietäten usw.). Die genetische Erklärung profitiert einerseits von den Forschungsergebnissen über Befruchtung, Eifurchung, Gastrulation, Keimblätterbildung, die Differenzierung zu Geweben und Organen, wobei sich gewissermaßen die Teratologie von selbst ergibt[2], andererseits regt sie dazu an, Mißbildungen durch das Experiment hervorzurufen. Die allgemeinen formalen Vorgänge hat Schwalbe in folgendes Schema gebracht: Verschmelzung, Spaltung, exzedierendes und defektuöses Wachstum, Verlagerung losgelöster Teile, Bildungshemmung (wobei im letzteren Falle auch das Ausbleiben einer physiologischen Rückbildung, z. B. der Thymus, einzubeziehen ist!). Am meisten Gewinn zog bisher die alte Einteilung in Monstra per excessum und per defectum aus der experimentellen Entwicklungslehre. Mangelhaftes Bildungs-

[1] E. Schwalbe: Handb. der Morphologie der Mißbild. d. Menschen u. d. Tiere, I. Jena 1906. Virchows Arch., 189. Bd., 1907. Aschoffs Lehrbuch path. Anat. Jena 1911. B. Wolff: Brüning-Schwalbes Handbuch der allg. Pathol. u. pathol. Anatomie des Kindesalters, I. Bd., I. Abt. Wiesbaden, Bergmann, 1912. A. Fischel: Verh. dtsch. pathol. Ges., 5. Tagung, 1902.

[2] P. Ernst: Tierische Mißbildungen. St. Gallen, Zollikofer, 1907. C. Herbst: Entwicklungsmechanik, Entwicklungsphysiologie, Handwörterbuch der Naturwissenschaften III. 1913.

material ist vor allem in einzelnen (resp. einer einzigen) Furchungszellen gegeben. Es ist bereits wiederholt erwähnt worden, daß die Trennung der Blastomeren und deren gesonderte Aufzucht im Versuch geglückt ist. Auch bloße Verlagerung und Umlagerung hat sich erreichen lassen. Die so (z. B. aus einer Furchungszelle im Vierzellenstadium) erzielten (Ganz-) Organismen (Echiniden) bleiben klein: die $^1/_8$ Blastomere liefert eine Gastrula mit Darmgliederung, die $^1/_{16}$ eine solche ohne letztere, die $^1/_{32}$ nur noch eine Blastula. Ernst nimmt wohl zutreffend an, daß die menschlichen Blastomeren multipotent sind wie die der „Regulier"eier, es spricht besonders dafür der Mangel an Dotteranhäufung, welch letztere die Furchungszellen frühzeitig determiniert. Driesch hat dies allgemein so ausgedrückt: Mit fortschreitender ontogenetischer Differenzierung nimmt die „prospektive Potenz" ab, bis zur vierten Teilung besteht Totipotenz. Die prospektive Potenz ist normalerweise größer als die tatsächliche „prospektive Bedeutung" (eine Blastomere des Zweizellenstadiums bildet für gewöhnlich eine Körperhälfte, unter den erwähnten experimentellen Ausnahmsbedingungen bringt sie ein Ganzindividuum hervor[1]). Die Eifurchung als „Mosaikarbeit" bleibt davon unberührt, ebenso wie diejenige von den „organbildenden Keimbezirken". Boveri[2]) ist es gelungen, durch Befruchtung kernloser Zellstücke Zellen mit um die Hälfte geringerer Chromosomenzahl zu erhalten; daraus wuchsen Gastrulä und Plutei mit kleinen Zellen und Kernen. Driesch nennt z. B. die Echinidenblastula, aus deren Teilstücken ganze, allerdings kleinere Plutei hervorgehen, ein „harmonisch äquipotentielles" System (weil alle Zellen die gleiche prospektive Potenz besitzen), „vitalistische Propertionalität" die Tatsache, daß z. B. die $^1/_4$ Blastomere eine Blastula mit bloß dem vierten Teil der Zellen hervorbringt. Dem „Überschuß des Bildungsmateriales" gab das Experiment die exakte Grundlage z. B. durch die Überbefruchtung (Boveri, O. Hertwig). Die Polyspermie bewirkt die ungleichartige Verteilung der Chromosomen auf die Furchungszellen, welche dadurch verschiedenwertig werden und teilweise krankhafte Entwicklung erfahren[3]). Drei verschmolzene Echinidenblastulae bilden ferner einen Verwachsungspluteus von einheitlicher Form, jedoch mit drei, teilweise mangelhaften Därmen, verschmolzene Askarideneier liefern Riesenembryonen usw. Auch die Verlagerung ausgeschalteter Blastomeren, z. B. in die primäre Leibeshöhle, ist beobachtet[4]).

Uns interessieren hier vor allem die Doppelbildungen. Nach Schwalbe müssen Doppelbildungen stets nur aus einem Ei hervorgehen; aber es brauchen nicht zwei gesonderte, aus zwei verschiedenen, in einem Ei befindliche Embryonalanlagen hervorgehende Körper zu resultieren. Tatsächlich besteht eine Reihe von Doppelbildungen aus nie getrennten Individualteilen. Dadurch wird die Abgrenzung gegenüber den Einzelmißbildungen etwas unscharf. Schwalbe erklärt das Verhalten der Körperachse (eine mindestens teilweise Verdoppelung derselben) für ausschlaggebend. Die spezielle Einteilung der Doppelbildungen findet der Leser insbesondere in den einschlägigen Arbeiten von Marchand[5]) und von Schwalbe.

[1]) H. Driesch: l. c.

[2]) Boveri: l. c.

[3]) Boveri: Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena 1904. Zellenstudien VI. Jena 1907. Frage der Entstehung maligner Tumoren. Jena 1914.

[4]) R. Meyer: Ergebn. der allg. Path. u. path. Anatomie. 9. Jahrg. 2. Abt. 1903. Ibid., 15. Jahrg., I., 1911.

[5]) Marchand: Eulenburgs Realenzyklopädie. 4. Aufl. 1910. Bd. 9.

Eineiige Zwillinge.

Aus verschiedenen Gründen sind auch die vollkommen getrennten eineiigen Zwillinge (die zweieiigen sind völlig anders zu beurteilen) ebensowohl als „Individualteile", somit als Miß- (Doppel-) bildungen, wie als Einzelindividuen anzusehen[1]) Tatsächlich existieren ja unter den eineiigen Zwillingen alle Übergänge von gesunden Kindern bis zum Akardius. Die bei einem Wurf der pluriparen Säugetiere zur Welt gebrachten Jungen gelten im allgemeinen aus ebensovielen verschiedenen Eiern hervorgegangen. Die Diagnose der eineiigen Zwillinge ist bei der Geburt (Untersuchung der Eihäute) sicher möglich. Die (nachträgliche) Angabe, es sei nur eine Plazenta vorhanden gewesen, ist kein ausreichender Beweis. Ungleichgeschlechtliche Zwillinge sind — nach der herrschenden Ansicht — sicher zweieiig.

Eineiige Zwillinge (Drillinge) sind die einzigen isozygotischen Individuen, der gleiche Samenfaden und dasselbe Ei versehen sie mit identischem Erbgut. Danach müßte, wie vor allem H. Poll[2]) hervorhebt, die Durchforschung jedes erbverdächtigen Merkmals auf seine Variation bei eineiigen Mehrlingen für Erbuntersuchungen gerade beim Menschen eine wichtige Grundlage bilden. Erschwert wird nach meiner Meinung die Sache im Phänotypus nur durch die beeinträchtigende Konkurrenz der Zwillinge um die Lebenslagefaktoren. Biochemische einschlägige Beobachtungen (Unterscheidung der Zwillinge auf hämolytischem Wege) liegen bisher kaum vor. Über die individualplasmatische Ähnlichkeit der eineiigen Zwillinge läßt sich also nichts aussagen. Das am stärksten individuell abändernde Kennzeichen des Menschen, die Linienmuster der Fingerbeeren, sind nach den daktyloskopischen Untersuchungen von Poll u. A. bei denselben gleichförmiger als bei anderen Geschwistern (6 Proz. verschiedene Finger gegenüber 26 Proz. Unterschieden bei nicht eineiigen Zwillingen). Verwechslungsmöglichkeit soll aber doch nicht vorliegen.

Was die Beziehungen zwischen Mißbildungen und Geschwülsten betrifft, so gilt es gegenwärtig als sicher, daß viele Geschwülste auf der Grundlage von Entwicklungsstörungen entstehen. Vor allem wird dies für die Teratome und Mischgeschwülste angenommen. Im Hinblick auf die Übergänge der letzteren zu einfach gebauten Geschwülsten kann, wie wiederum Schwalbe wohl mit Recht betont, noch eine große Anzahl auch dieser Tumoren ebenfalls so zur Entwicklung kommen. Eine solche Reihe geht z. B. von einfachen behaarten Polypen des Rachens zum Epignathus, resp. von Steiß-(Misch-)geschwülsten zum symmetrischen Pygopagus[3]).

Geschwulstproblem.

25. Die Besprechung des Geschwulstproblems gehört hierher, insofern dasselbe eine zelluläre und eine persönliche Seite hat. Auch hier ist die mittlere Linie zu suchen. Abgeschlossenes liegt auf diesem Gebiete nicht vor; aber die vorhandenen Ausblicke werden vielleicht gerade durch die von uns gewählte Betrachtungsweise erweitert.

Das Geschwulstproblem ist für uns ein Zellenproblem, sofern (im Sinne von Roux und von Schwalbe) die formale Genese in Betracht kommt. Die zahlreichen Vergleichspunkte von Mißbildungen und Geschwülsten sind Anlaß geworden zur

---

[1]) Vgl. D. v. Hansemann: Deszendenz und Pathologie. Berlin 1909.
P. Straßmann: Ztsch. f. Geburtshilfe und Gynäkologie, 53 Bd. 1904.
Sobotta: Würzburger Abh., I. Bd., H. 4. Würzburg 1901.
B. Wolff: l. c.

[2]) H. Poll: Zeitschr. f. Ethnologie, 1914. H. 1. C. Herbst: l. c.

[3]) Schwalbe: Ergebnisse der wissenschaftl. Med. Jahrg. 1, H. 2. 1909.

Aufstellung der Frage, ob in der formalen Entstehung sämtlicher Geschwülste sich stets eine Entwicklungsstörung nachweisen lasse, als welche ja die Mißbildungen in jedem Falle sich erweisen. Die Theorien von Cohnheim und Ribbert[1]) haben in der Tat die Entwicklungsstörung als (kausal und formal) ausreichende Erklärung aller Blastome hingestellt. Sämtliche Geschwülste wären dann also, nach Schwalbes Terminologie, dysontogenetisch. Schwalbe hat eine morphologische Reihe aufgestellt, wo auf einer Seite die freien Doppelbildungen, auf der anderen Seite das Teratom mit Derivaten dreier Keimblätter stehen. Beide Extreme werden vermittelt durch die parasitären Doppelbildungen. Diese Reihe würde nach der Reihe der Geschwülste hin eine Fortsetzung finden können, indem sich zunächst das Teratom mit Abkömmlingen zweier Keimblätter anschließt, weiterhin Mischgeschwülste mit solchen bloß eines Keimblattes. Endlich wäre es möglich anzunehmen, daß in einem Teratom bloß ein oder zwei Gewebsanteile zur stärkeren Ausbildung kommen, so daß eine Geschwulst von einfachem Bau resultiert. In Wirklichkeit darf nicht jede einfache Geschwulst in dieser Weise als Endglied einer einzigen Reihe aufgefaßt werden, aber es gibt solche, die hierher gehören. Für die Genese der erwähnten parasitären Doppelbildungen („asymmetrische" Doppelbildungen) wird eine Keimmaterialverlagerung (Ausschaltung), also die Verhinderung eines bestimmten Keimbezirks an der normalen Entwicklung, angenommen. Die größere und geringere Komplikation im Bau bringt Schwalbe in Zusammenhang mit der Entstehungszeit („teratogenetische Terminationsperiode") und berücksichtigt weiterhin die Menge des verlagerten Keimmaterials sowie die Ursachen der Verschiebung. Die Terminationsperiode wäre aus naheliegenden Gründen um so früher anzusetzen, je geordneter und komplizierter der Bau einer Doppelbildung ist.

Einen tiefen Einblick in den Parasitismus von Embryonen und die dabei entstehenden bösartigen Geschwülste gewähren die experimentellen Untersuchungen von Belogolowy[2]) (Einpflanzung nackter Kröten- und Froschmorulae, Blastulae, Gastrulae und junger Neurulae in die Bauchhöhle von erwachsenen Tieren der gleichen Art). Er findet, daß die typische Entwicklung des Eies durch die Implantation hochgradig verändert (resp. aufgehoben) wird, um so mehr, je jünger dasselbe ist, daß eine Auflösung in getrennte für sich weiterlebende Zellkomplexe und in Einzelzellen erfolgt und daß diese isolierten Teile atypische Knorpel-, Knochen-, Drüsen-, Muskelstücke bilden oder Zysten, Plasmodien und sarkomähnliche Zellen. Letztere dringen in die Gewebe des Wirts ein, zerstören dessen Organe und werden tödlich für denselben. Die embryonalen Zellen regen endlich das Wachstum und die Regeneration an in den Organen des Wirts, an denen sie angewachsen sind.

Diese Versuchsergebnisse bestätigen die Selbstdifferenzierung embryonaler Zellen und Organanlagen im Sinne von Roux und die Anschauungen von Rabl und Fischel. Dagegen scheint mir (gegenüber Roux) Belogolowys Annahme,

[1]) Cohnheim: Allg. Pathologie. Berlin 1882.
Ribbert: Lehrbuch der Geschwülste. Bonn 1904.
Schwalbe: Mißbildung und Geschwulst. Ergebnisse der wissenschaftl. Medizin. Jahrg. I, H. 2. 1909. Verh. des naturw. Ver. Heidelberg 1906.
Lubarsch: Jahreskurse ärztl. Fortbildung. Jahrg. 1910. I. H.

[2]) Belogolowy: Arch. f. Entwicklungsmechanik. 43. Bd. 1918.
W. Roux: Bemerkungen hierzu, l. c.

daß die Teilbildungen Ansätze zu „neuen Individualitäten" darstellen, obgleich sie tatsächlich es bloß zu einem „Individuendetritus" (Roux) bringen, durchaus plausibel und mit der Denkweise Rouxs selbt durchaus vereinbar. Auch hat Belogolowys Vermutung einen Sinn, daß alle solche Teilgebilde eine Funktion haben, wenn auch nicht die typische. Ebenso wie man in dem auch hier öfter erwähnten Experiment von C. Herbst (vgl. S. 38), welcher zeigte, daß in kalklosem Seewasser die Furchungszellen der Seeigel sich (nach meiner Auffassung aus inneren, durch Ionenmangel zustandekommenden Ursachen) trennen, neue und andere Individualitäten annimmt (und das muß man, meiner Meinung nach), wird man wohl auch in den einzelligen Gebilden Belogolowys ähnliche Anpassungen höchsten Grades finden. Auch sonst führt parasitisches Leben vielfach zur Vereinfachung der Organisation. Ich glaube damit völlig im Einklang mit Roux zu denken, der die Furchungszellen in ihren aktivierten Potenzen der Amöbe vergleicht, ihnen aber die potentiellen Fähigkeiten zur weiteren höheren Entwicklung zuschreibt. Das Fehlen des Kalziumion im Herbstschen Versuch hindert jene Entwicklungsarbeit, das Fehlen einer Differenz des inneren und äußeren Mediums sowie wohl noch andere Ursachen bewirken etwas Ähnliches beim implantierten Froschei. Manche Zellen der von Roux zerrissenen Morulae haben tatsächlich bloß die Fähigkeit zur weiteren Entwicklung eingebüßt. Selbst die von Belogolowy vermutete Wirkung latenter (Belogolowy selbst sagt „atavistischer") Gene wäre erwägenswert. An dieser Stelle interessiert am meisten, daß viele Zellen der implantierten Amphibienmorula sich zu bösartigen, den Wirt in fünf Monaten tötenden Geschwülsten entwickeln, während die Zellen älterer Embryonen von denjenigen des Wirts gefressen werden. Die Bildung dieser sarkomähnlichen Zellen ist so massenhaft, daß sie bis ein Fünftel vom Raum des Wirtes einnehmen. Eine ähnliche zerstörende Geschwulstentwicklung soll sogar bei Einpflanzung von Frosch-Laichbällen in Karausche (also Fische) stattfinden.

Es ist für eine Parallele zwischen Mißbildung und Geschwulst ganz im allgemeinen höchst bemerkenswert, daß gewisse Teratome sich hinsichtlich der Malignität von Karzinom und Sarkom nicht unterscheiden, destruierend wachsen und Metastasen bilden. Ich kann Schwalbe und anderen Morphologen (v. Hansemann, Albrecht) nur beistimmen, welche das Problem der Geschwulstmalignität in solchen Abweichungen vom gewöhnlichen Wachstum sehen, die zur Annahme besonderer Zelleigenschaften, welche das aggressive Wachstum bedingen, notwendig machen. In den dysontogenetischen Geschwülsten sind jene speziellen Eigenschaften angeboren.

Für die Blastome, bei denen eine Entwicklungsstörung, wie bei den Teratomen, nicht nachweislich ist (ihnen ist die Bezeichnung „hyperplaseogene" zugelegt worden, ich lasse dahingestellt, ob mit Recht oder Unrecht), wird ebenfalls die Annahme (diesfalls erworbener) besonderer Zelleigenschaften als Grundlage malignen Wachstums wahrscheinlich sein. Die Behauptung, besondere Zelleigenschaften seien die Voraussetzung des malignen Wachstums, wird wohl von Niemandem als eine Rückkehr zur „spezifischen Krebszelle" angesehen werden.

v. Hansemann ist es gelungen, in einem durch zahlreiche Mitosen ausgezeichneten Krebs des Larynx asymmetrische Kernteilungen festzustellen, welche zur Bildung zweier verschieden chromatinreicher Zellen, einer hyper-

und einer hypochromatischen führte. Die Schleifenzahl der Chromosomen war in diesen Teilstücken eine ungleiche. Hauser bestätigte diese Befunde, er fand (bei Zylinderepithelkarzinom), daß die Muttersterne in Tochtersterne von durchaus ungleicher Größe zerfallen. Die hyperchromatischen Zellen vermehren sich weiter mitotisch, indem sie teilweise wieder hyperchromatische Zellen hervorbringen, teilweise, durch pluripolare Teilung, wieder auf den normalen Chromatingehalt zurückgeführt werden. Auch die hypochromatischen Zellen sind noch einer Teilung fähig, aber allmählich gerät (wie oft bei Hyperchromatose ebenfalls) die Kernsubstanz in Unordnung und es kommt zu Karyolyse. Fortgesetzte Untersuchungen v. Hansemanns ergaben nun, daß sich in allen Krebsgeschwülsten, meist in einfachen, oft aber auch in pluripolaren Teilungen, asymmetrische Mitosen finden, während sie in gutartigen Geschwülsten, sowie in entzündlichen und einfachen Hyperplasien stets fehlten. Ähnliches gilt für das Sarkom. v. Hansemann hat sich auch bereits bestimmt dahin ausgesprochen, daß die asymmetrische Mitose charakteristisch ist für das maligne Wachstum. Er faßt diese Abweichung vom normalen Typus der Karyomitose als einen durchaus primären, weiterhin zu grundsätzlichen Änderungen des ganzen Zellcharakters. Der „Altruismus der Zelle" wird geringer, an Differenzierung hat sie verloren, an selbständiger Existenzfähigkeit gewonnen („Anaplasie"). Mit der Ätiologie der Geschwülste hat die Anaplasie direkt nichts zu tun, sie soll nur illustrieren, daß deren biologische Unabhängigkeit alle möglichen Abstufungen zeigt. Es sei in diesem Zusammenhange auch der Ansicht Marchands gedacht, welcher gleichfalls als notwendige Voraussetzung für die Entstehung maligner Geschwülste aus vorher normaler Zellen eine völlige Variation des Zelltypus annimmt, ja auch bereits Änderungen toxischer Natur aufs Nachbargewebe[1]).

Mit höchst wichtigen Tatsachen der experimentellen Zytologie hat Boveri die einschlägigen Probleme in Beziehung gesetzt. Er geht davon aus, daß die Zellen auch der bösartigsten Tumoren von normalen Gewebezellen abstammen. Die Ursachen des abnormen Verhaltens liegen in den Geschwulstzellen selbst, nicht in der Umgebung, die Grenze zwischen gutartigen und malignen Tumoren ist eine scharfe. Die größere Indifferenz der malignen Zelle ist etwas Sekundäres, sie beruht auf einem Verlust früher vorhandener Eigenschaften. Die Zelle des malignen Blastoms ist, wie bei Hansemann, eine defekte Zelle. Deshalb reagiert sie anders auf die Umgebung, vielleicht liegt schon darin die Tendenz zu hemmungsloser Wucherung. Die an anderer Stelle dieses Buches angeführten Versuche von Woodruff (vgl. S. 38) beweisen, daß, unter gewissen Voraussetzungen, die Zelle schrankenloser Vermehrung fähig ist. Ein Etwas, was sie selbst produziert und an ihr Medium abgibt, wirkt aber beschränkend. In dem Zellverbande, wo die Symbiose die Zelle zu einem „altruistischen" Wesen macht, tritt, wohl aus noch anderen Gründen, ebenfalls ein

[1]) v. Hansemann: Virchows Archiv, 119. Bd., 1890. Ebenda, 123. Bd., 1891. Berl. klin. Wochenschrift 1891. Virchows Arch., 129. Bd., 1892. Studien über Spezifizität, Altruismus und Anaplasie der Zellen mit besonderer Berücksichtigung der Geschwülste. Berlin 1893. Arch. f. mikr. Anatomie, 43. Bd., 1894. Diagnose der bösartigen Geschwülste. Berlin 1897. Virchows Arch., 149. Bd., 1897 Ebenda, 162 Bd., 1900. Verhandl. physiol. Ges. Berlin 1904, Nr. 9, 10. 11. Zeitschr. f. Krebsforschung. 3. Bd., H. 2, 1905.

C. Hart: Biophysical. Zentralbl., 1. Bd.

Marchand: Med. Klinik, 1905.

Aufhören der Vermehrung ein. Das Ganze mit seinen Bedürfnissen reguliert dann die Vermehrung. Die anaplastische Zelle, welche infolge Verlustes gewisser Eigenschaften ihre normale Reaktionsfähigkeit zum übrigen Körper verloren hat, kehrt aus dem „organotypischen" zum „zytotypischen" Wachstum (im Sinne von R. Hertwig) zurück. Eine gleichmäßige Übertragung des Chromatinbestandes ist nur möglich, wenn die mitotischen Figuren zweipolig sind. Bei z. B. vier Polen spaltet sich jedes Chromosom doch nur in zwei Hälften, so daß nur zwei von den vier simultan entstehenden Tochterzellen eine Spalthälfte von einem bestimmten Chromosom bekommen können, die anderen erhalten von demselben nichts. Außerdem ist es Sache des Zufalls, mit welchen zwei der vier Pole ein Chromosom in Beziehung tritt. Abgesehen von der verschiedenen Chromosomenzahl in den vier Tochterzellen kommt es also auch noch zu verschiedenen Kombinationen. Mittel zur Erzeugung vierpoliger Mitosen sind Doppelbefruchtung, abnorme Vermehrung der Zentrosomen, Unterdrückung einer in Gang befindlichen Zellteilung (Pressen, Schütteln von Eiern oder Blastomeren). Die einmal gegebene abnorme Zahl von Chromosomen erbt sich dann, zweipolige Mitosen vorausgesetzt, weiter. Außer Chromosomen, deren Fehlen die Lebensfähigkeit der Zelle nicht beeinträchtigt, gibt es nach Boveri solche, deren Fehlen z. B. nur die Tendenz zu epithelialem Zusammenschluß, resp. die Fähigkeit auf Zellen eines anderen Gewebes den normalen Reiz auszuüben beeinträchtigt („Verschiedenwertigkeit" der Chromosomen). Wie v. Hansemann sieht nun auch Boveri die Zelle des malignen Tumors als Zelle mit abnormem Chromatinbestand, aber mit einem ganz bestimmten, gleichzeitig immer auf einen Defekt hinauslaufenden an. Wer sich mit der Theorie Boveris betreffend die Symbiose der Chromosomen mit dem Protoplasma (vgl. S. 170) vertraut gemacht hat, versteht leicht die bei Anwendung auf die Geschwulstlehre einzuschlagenden Gedankengänge (generelle, spezielle Chromatinqualitäten, teilungshemmende und -fördernde Chromosomen, Einfluß der Umgebung auf das Gleichgewicht des Chromosomenkomplexes, Störung desselben Gleichgewichts durch Defekt einzelner Chromosomen usw.). Boveri sagt, mit Rücksicht auf den bestehenden Chromotinbestand, auf den es wesentlich ankommt, ausdrücklich, daß ähnlich wie die mehrpoligen auch die nicht seltenen (zweipoligen) asymmetrischen Mitosen wirken, wobei die eine der beiden Sphären sich nicht mit allen Chromosomen durch Zugfasern in Verbindung gesetzt hat. Solche einseitig gebundene Chromosomen (bei bereits begonnener Spaltung ihrer beiden noch verbundenen Tochterchromosomen) werden dann in die eine Tochterzelle übergeführt, während die andere von diesen Elementen nichts erhält. Auf jeden Fall erhält jede Geschwulst auf diese Weise einen einheitlichen Charakter, der in Metastasen und Transplantation fortbesteht. Alle Zellen stammen ja doch von den Zellen der Geschwulstanlage ab. Dementsprechend würde aber auch jede Geschwulst ihre Entstehung schon aus einer einzelnen Zelle nehmen (?nehmen können?). Boveri betont ferner, daß mit der (ev. für sich mechanisch erfolgten) histologischen Abänderung sofort ein abweichender Stoffwechsel der Zelle parallel gehen muß. „Die normalen Produkte scheinen in anderen Verhältnissen, oder es scheinen überhaupt andere Produkte gebildet zu werden." Die einzelnen Chromosomen des Kerns sind eben stofflich verschieden, unter den in Rede stehenden Verhältnissen resultiert somit eine abnorme Stoffkombination. Die Tumorzelle wird manche Stoffe im Überschuß erzeugen, andere in ungenügender Menge (gar nicht). Unter anderem könnte gerade der Stoff

fehlen, der zum Zusammenhalten der Zellen notwendig ist[1]. Die chemischen Änderungen der Zellen in malignen Blastomen muß man als Abweichungen von der chemischen Eigenart (hier wohl der Organspezifizität) ansehen. Den Begriff der chemischen Abartung habe ich selbst in die Pathologie eingeführt[2]. Die chemische Abartung bezieht sich im Allgemeinen natürlich ebensowohl auf die Eigenart (Artspezifizität), wie auf den Funktionscharakter der Teile des Körpers. Da wir die Geschwulstmalignität als zelluläres Problem betrachten, ist von vornherein auf lokalisierte Störungen der chemischen Lebenserscheinungen zu rechnen, welche erst in zweiter Linie eine persönliche Seite gewinnen.

Schon vor Jahren hat mein Mitarbeiter Petry gezeigt, daß das autolytische Krebsferment besonders stark das eigene Eiweiß abbaut. Diese Tatsache kann die Tendenz der Krebsgeschwülste zum Selbstzerfall (Erweichung) erklären, kann aber auch bloß ein Hinweis auf starkes Wachstum sein. Wichtig ist der Nachweis, daß der durch die Krebsfermente bedingte Abbau ein atypischer ist. Abderhalden wies nach, daß die Einwirkung des Karzinomgewebes auf Polypeptide sich anders vollzieht, als die durch normales Gewebe. Blumenthal und Brahm fanden die Katalasewirkung im Tumorgewebe herabgesetzt, Brahm glaubt, daß die fettspaltende Wirkung in der Krebsgeschwulst fast ganz aufgehoben ist.

Diese Fermentveränderung äußert sich nun, und damit kommen wir zur persönlichen Seite des Krebsproblems, nicht bloß innerhalb des Krebsgewebes. Gesunde Teile von mit Krebsknoten durchsetzten Organen (Leber) sind nach Blumenthal, ähnlich wie das Tumorgewebe, albuminreicher. Yashimoto fand weiter eine Vermehrung der autolytischen Fermentwirkung in den vom Krebs noch nicht befallenen Partien. Brahm erhob den gleichen Befund für die Katalasen, Peroxydasen und fettspaltenden Fermente. Eine solche Fortsetzung könnte immer noch bedeuten, daß lediglich der verstärkte Wachstumsprozeß die Schuld trägt. Diese Deutung wird besonders nahe gelegt durch den von Gierke gemachten Befund von viel Glykogen in den Bindegewebszellen und Endothelien rings um ein ebenfalls glykogenreiches Hypernephrom; dasselbe zeigte sich bei den Lungenmetastasen dieses Tumors. Ich sehe in allen diesen Dingen keine sicheren Beweise für eine Überpflanzung auf die Umgebung, sondern glaube eher an eine im betreffenden Organ vorhandene größere, aber abgeartete Entwicklungs-(Wachstums-)arbeit. Damit ist selbst die Angabe von Abderhalden und Medigreceanu vereinbar, daß der Leberpreßsaft von Tumormäusen stärker Eiweißabspaltungsprodukte, z. B. Glycyl-l-tyrosin spaltete, als der von Normalmäusen. Das Gleiche war der Fall bei den Polypeptiden durch Blutserum bei Sarkomratten und Hunden mit malignen Tumoren. Ich kann, wenigstens bisher, nicht ohne Bedenken zugeben, daß etwa die Karzinom„kachexie" mit diesen Vorgängen zusammenhängt. Nach den Untersuchungen von Grafe ist die Stoffwechselerhöhung in der Krebskachexie eine Steigerung des Umsatzes aller drei Hauptkomponenten der Nahrung, der Kohlehydrate und Fette ebensogut wie des Eiweißes. Dafür liefert das Vorstehende keine ausreichende Grundlage. Die eigentlichen Krebsfermente sind hauptsächlich proteolytisch. Damit bleiben auch F. v. Müllers Anschauungen betreffend den „toxogenen" Eiweißzerfall in der Krebskachexie bestehen.

[1]) Th. Boveri: Frage der Entstehung maligner Tumoren. Jena, Fischer, 1914.
[2]) F. Kraus: Deutsche med. Wochenschrift 1903, Nr. 14.

Geht man davon aus, daß diese Krebsfermente vor allem mit der Proliferationsfähigkeit der Krebszellen zu tun haben, verstehen wir, indirekt, auch das aggressive Wachstum und die Metastasenbildung.

Krebseiweiß erliegt der pankreatischen Verdauung schneller als anderweitiges Organeiweiß. Von einem in der Leber enthaltenen Ferment wird nach Bergell und Lewin das Krebsgewebe aufgelöst. Die Leber der an Krebs verstorbenen Menschen soll diese Eigenschaft vermissen lassen. Ebenso baut, wie Freund und Kaminer, sowie Neuberg konstatierten, Blut von Nichtkrebskranken Krebseiweiß ab, präzipitiert Krebszellen und Karzinomeiweiß. Blut von Krebskranken (aber erst von vorgeschrittenen Krebskranken) besitzt diese Eigenschaften nicht mehr. Man wird Blumenthal mit einer gewissen Reserve zustimmen können, wenn er auf Grund dieser Ergebnisse annimmt, daß die Krebsbildung innerhalb des Organismus präformierte Schutzeinrichtungen (Fermente usw.) zu überwinden hat. Blumenthal schreibt dem Organismus auch noch die Fähigkeit zu, während der Entwicklung der Krebsgeschwülste spezifische Abwehrstoffe neu zu bilden. Er stützt sich auf die Angabe Braunsteins, daß bei Mäuse- und Rattentumoren die Milz während der Karzinomentwicklung die Eigenschaft gewinnt, das Wachstum der Krebszellen spezifisch zu hindern: wenigstens brachte er durch Einspritzung von Extrakten derartiger Milzen die Tumoren bei den behandelten Tieren zur Rückbildung, resp. zum Verschwinden. Die von Abderhalden festgestellte Tatsache, daß das Blut von Krebskranken auch Abbaufermente für Krebseiweiß enthält, ist aber nach meiner Meinung auch anders erklärbar, aus der Milz müssen diese Fermente nicht stammen. Ausschließlich spezifische Fermente kommen hier auch nicht in Betracht, dagegen sprechen die von Brieger und Trebing im Blute Krebskranker gefundenen Antitrypsine. Die mikroskopisch in Krebsgeschwülsten nachweislichen Heiltendenzen sprechen übrigens, ebenso wie Boveri's allgemeine zytologischen Überlegungen, für die Widerstände, welche das Tumorwachstum findet[1]).

Vor allem ist es ferner die von Ehrlich und seinen Schülern[2]) aufgestellte Lehre der athreptischen Immunität, welche die persönliche Seite des Krebsproblems berührt. Die Entdeckung der übertragbaren Tiergeschwülste[3]) hat die Anwendung des Experiments in der Karzinompathologie möglich gemacht. Ehrlich hat nun auch diesen Teil der Krankheitslehre aus dem Gesichtspunkt des Stoffwechsels und der Ernährung betrachtet, welche beide für die Darstellung in diesem Buche ebenfalls mit maßgebend sind. Daß Antikörperbildung und Ernährung Beziehungen, und zwar nicht bloß rein formale, zueinander haben, ist an anderer Stelle, insbesondere gestützt auf die Fortschritte der Eiweißchemie, ausführlicher auseinandergesetzt (vgl. S. 288, 293). Ehrlich[4]) und Apolant[5]) fanden nun zunächst, daß die große Mehrzahl der transplantablen Geschwülste im Verlaufe der fortgesetzten Transplantationen die Fähigkeit zur Metastasierung einbüßen, während die Spontantumoren der Maus sie besitzen. Es stellte sich heraus, daß nicht etwa die Zellverschleppung ausbleibt, sondern daß die embolisierten Geschwulstzellen nicht anwachsen oder es doch nicht

---

[1]) F. Blumenthal: Die Naturwissenschaften, 4. Jahrg., 1916, Nr. 29, Nr. 34.

[2]) Vgl. G. Schöne, Ehrlichs Festschrift. Jena, Fischer, 1914.

[3]) Jensen: II. internat. Kongr. für Krebsforschung. Paris 1910.

[4]) Ehrlich: Zeitschr. ärztl. Fortbildung 1906, H. 7. Arbeiten Instit. exp. Ther., H. I. 1906.

[5]) Apolant: ebenda 1906.

weit bringen. Ehrlich impfte dann Tiere, welche mit einem schnell wachsenden Tumor vorgeimpft waren, noch 8—10 Tage mit der gleichen oder einer anderen Geschwulst nach. Gewöhnlich versagt die zweite Impfung. Ehrlich stellte sich deshalb vor, die erste Geschwulst entziehe die für ihr Wachstum nötigen Stoffe so vollständig dem Blut, daß für die sekundär verimpften, resp. auch für die embolisch verschleppten Zellen nichts übrig bleibt: athreptische Immunität gegenüber der Metastasenbildung im Gegensatz zur aktiven und passiven Bakterienimmunität. Dem gegenüber haben Andere[1]) behauptet, daß bei solchen Doppelimpfungen der zweite Tumor durch eine aktive Geschwulstimmunität geschädigt wird. Die Prüfung dieser Einwände lehrte Ehrlich[2]), daß zwei Karzinomstämme von gleicher Angangsziffer und Wuchsenergie sich verschieden verhalten können hinsichtlich jener Verhinderung der Nachimpfung, hinsichtlich einer Funktion, welche er exhaustio (ereptio) nannte, wobei er unentschieden ließ, ob Avidität der Tumorzellen oder eine besondere Affinität zu Stoffen des Organismus, die für das Geschwulstwachstum unentbehrlich sind, hier den Ausschlag geben. Die Beobachtung, daß bei besonders rasch aufeinanderfolgenden Impfungen eher das Wachstum begünstigt wird, faßte Ehrlich nicht als Einwand gegen die athreptische Lehre auf. Er dehnte die Lehre der Athrepsie noch aus, z. B. auf die mißglückenden Geschwulstimpfungen bei graviden Tieren (Konkurrenz von Embryonen und Tumor). Er und Apolant trennten scharf zwischen Wachstumshormonen (Starling u. A. vgl. S. 199) und Athrepsie. Eine aktive Immunität lehnte Ehrlich ab, weil Impfung mit kleinen Dosen Geschwulstbreies kein stärkeres Geschwulstnachwachstum veranlassen, als die mit großen. Wenn Verimpfung von Mischungen aus Karzinom und Sarkom bei späteren Wiederholungen reines Sarkom entstehen lassen, soll Virolenzsteigerung des Sarkomenteiles die Ursache sein, d. h. Überwuchern der Komponente, welche mit größerer Energie die Nährstoffe an sich reißt. Sarkomimplantation nach Verimpfung mit schwach virulentem Karzinom hält den ersten Tumor trotz seines größeren Alters in der Entwicklung zurück, dies ist für Ehrlich ein schlagender Beweis für die Wichtigkeit athreptischer Einflüsse. Schöne[3]) hat dann den ersten Haupttumor exstirpiert und nach Abschluß der Wundheilung zum zweitenmal geimpft. Das Resultat war, daß die zweite Implantation ebensogut anging, wie bei normalen Mäusen. Uhlenhuth machte aber die wichtige Feststellung, daß die zweite Impfung nur Erolg hatte, wenn sich an der Operationsstelle ein Rezidiv entwickelt hatte. Uhlenhuth und Andere[4]) halten diese Operationsergebnisse deshalb für unvereinbar mit der athreptischen Theorie; sie erklären sie vielmehr mit einer durch den wachsenden Tumor ausgelösten aktiven Immunität. Apolant[5]) wiederum sieht gerade in der Tatsache, daß nach der Exstirpation der ersten Geschwulst etwa zurückbleibende Zellen nicht nur nicht geschädigt, sondern eher im Wachstum begünstigt werden, den deutlichen

[1]) Clowes: Brit. med. Journ., Dez. 1906. Journ. of exp. Med. 8, 1906.
Borrel: Ann. Pasteur 18, 1903. Problème du Cancer. Paris 1907. Zeitschr. f. Krebsforschung, 7. Bd., H. 2.

[2]) Ehrlich: Verh. deutsche path. Gesellsch.

[3]) Schöne: Verh. deutsch. Ges. f. Chirurgie, 1907.

[4]) Uhlenhuth: Arbeiten aus dem kais. Ges.-Amt, 36. Bd., H. 4, 1910. Münchner med. Wochenschrift, 1912. Med. Kl., 1912. 6. Tagung des Vereins f. Mikrobiol. Berlin 1912.

[5]) Apolant: Handb. pathogen. Organismen, II. Aufl., 3. Bd. 1913.

Ausdruck der Athrepsie. Wäre der ursprüngliche Tumor, im Sinne von Uhlenhuth „fest" gegenüber den Abwehrstoffen, müßten es nach Ehrlich und Apolant alle seit Jahren gezüchteten Geschwülste sein. Der exstirpierte Tumor wächst, auch auf dasselbe Tier verimpft, nicht an. Ehrlich glaubt, daß neben den Rezeptoren, welche auf die im Wirtstier gebotenen Nährsubstanzen eingestellt sind, noch eine Anzahl potentieller Anlagen vorhanden sein müssen. So resultieren, wie Apolant auseinandersetzt, bei Übertragung innerhalb derselben Tierart drei Möglichkeiten. Entweder findet die Geschwulst dieselben Nährstoffe wie auf dem Ausgangstier und wächst an, oder sie findet überhaupt keine für die Rezeptoren passenden und stirbt ab; endlich können aber die im Wirt vorhandenen Nährstoffe auf latente (d. h. nicht sofort arbeitsbereite) Rezeptorenanlagen passen. In letzterem Falle erfolge eine Adaptation des Rezeptorenapparates, deren Resultat vererblich sei. Die alten Rezeptoren können dabei schwinden, so daß die Geschwulst ihre Fähigkeit, auf der ursprünglichen Tierrasse zu wachsen, einbüßt. Was die Athrepsie bei Geschwulstübertragung auf artfremde Tiere betrifft, fand Ehrlich die Möglichkeit der Zickzackimpfung. Auf die Dauer lassen sich Tumoren nur innerhalb derselben Tierart fortpflanzen. Bei Überimpfung von Mäusegeschwülsten auf Ratten[1]) wurde ein Tumor erzielt, der bis zum 6. Tage zunahm, dann jedoch stillstand, resp. resorbiert wurde. Auf andere Ratten konnte die aufgegangene Geschwulst direkt nicht überimpft werden, dagegen wucherte sie, zurückgebracht auf eine Maus, in alter Weise fort. Die Mäusegeschwulstzelle gehe im Rattenorganismus schließlich zugrunde, weil da ein bestimmter notwendiger Stoff fehle (nicht disponibel sei). Diese auf dem Fehlen eines bestimmten Nährstoffes beruhende Immunität bezeichnet Ehrlich wiederum als athreptische. Ehrlich veranlaßt ferner Moreschi[2]), die Beziehungen zwischen Tumorenentwicklung und Menge der zugeführten Nahrung festzustellen. Moreschi schränkte die Ernährung eines Teiles der Versuchstiere, denen ein sehr virulentes Sarkom implantiert war, ein. Je nach dem Grade dieser Beschränkung und je nach der Zeit ergaben sich bemerkenswerte Geschwulstwachstumsunterschiede. In einer ersten Gruppe (mit Nahrungsbeschränkung längere Zeit vor der Impfung) gingen die Tumoren überhaupt nicht an oder blieben klein. In der Hungerzeit war eben die Avidität des Mausorganismus so gewachsen, daß die Verteilung der Nährstoffe eine Veränderung zugunsten der Maus erfahren hat. In der zweiten Gruppe (Beschränkung der Ernährung des Versuchstieres erst einige Tage nach der Implantation, wo die Geschwulst bereits angewachsen war), starben die Tiere früher als sonst; auch früher, als die nichtgeimpften Mäuse mit derselben Nahrungseinschränkung: der Tumor reißt die knappen Nährstoffe an sich. Eine dritte Gruppe (mit nach der Implantation in geringerem Maße beschränkter Ernährung) weist, bei längerer Lebensdauer, eine zunehmende Hemmung des Geschwulstwachstums auf. Hier legt Ehrlich das Hauptgewicht auf eine Verarmung von spezifischen autogenen Stoffen, welche für das Leben des Organismus von grundlegender Bedeutung sind. Die Tiere sterben, wenn von diesen Stoffen der Tumor soviel an sich reißt, daß der Organismus mit dem Rest nicht das Auslangen finden kann. Da das Geschwulstwachstum in diesem Falle verzögert ist, tritt dieser Moment

[1]) Ehrlich: Zeitsch. f. Krebsforschung, V. 1907. Beitr. zur Exp. Path. u. Ther. Leipzig 1909.
[2]) Moreschi: Zeitsch. f. Immunforschung, II, 1909.

für das Tier später ein. Sehr bemerkenswert sind auch Ehrlichs Überlegungen über die Genese der Geschwülste, resp. über das Auswachsen der Krebszelle zum Tumor, wobei die Resistenz des Organismus, die Aviditätsdifferenz zwischen Geschwulst und Körperzellen entscheidend ist. Die Ärzte sollten die einschlägigen Ideen Ehrlichs nicht unterschätzen. Sehen wir doch immer wieder am Krankenbett, daß die Beseitigung eines Primärtumors das Wachstum der Metastasen ersichtlich begünstigt. Allerdings sind die Geschwülste des Menschen gewöhnlich zu klein, um athreptische Wirkungen, wie sie auseinandergesetzt sind, zu bewirken.

Das Hauptinteresse der athreptischen Immunität finde ich selbst in der Auffassung des Lebens von Wirt und Tumor als Symbiose. Aus diesem Gesichtspunkt werde ich an anderer Stelle noch auf den Gegenstand zurückkommen. Natürlich bin ich aber weit davon entfernt zu glauben, daß die persönliche Seite des Krebsproblems nicht auch Beziehungen haben könne zu aktiver (Antikörper-) Immunität.

Neotenie, Progenese, Epistase und pathologische „Kümmer" formen. Der „Infantilismus" in der klinischen Pathologie.

26. Die Terminologie der Neotenie geht auf Kollmann[1]) zurück: man versteht darunter das Beibehalten unreifer Formzustände über den normalen Zeitpunkt der Metamorphose hinaus. Die einschlägigen Begriffe sind zunächst abstrahiert nach Beobachtungen am Axolotl und an noch anderen Organismen, besonders solchen, die ebenfalls eine indirekte „heteroblastische" Entwicklung und deshalb postembryonal, bevor sie ihren endgültigen Formzustand gewinnen, eine Metamorphose durchmachen. Eine Übersicht über das Beibehalten jugendlich unreifer Formzustände hat vor einiger Zeit Kammerer[2]) gegeben, dem wir, glaube ich, hier durchaus folgen können. Beim Axolotl (Sinedon pisciformis) zeigte es sich, daß er in seiner Heimat in zwei grundverschiedenen fortpflanzungsfähigen Rassen auftritt, einer zeitlebens mit äußeren Wasseratmungsorganen versehenen Larvenform von Amblystoma mexicorum und der Land-, d. h. eigentlichen Molchform. Der europäische Aquariumbewohner ist seit vielen Generationen in der Larvenform fortgezüchtet worden. Ohne daß die Anpassungsfähigkeit im Belieben der einzelnen Larve stände, läßt sich der Sinedon doch unter bestimmten Lebenslagen in den lungenatmenden Landmolch verwandeln. Der Axolotl ist sonach eine Hemmungserscheinung, ebenso, wie es sonst noch geschlechtstüchtige, aber im Vollbesitz ihrer Kiemen befindliche Tritonen und Froschlarven gibt, welche einen Winter unterm Eis im Kaulquappenzustand leben. Kammerer akzeptiert Kollmanns Bezeichnung totale Neotenie (wenn im Larvenzustand Geschlechtsreife erlangt wird und — gewöhnlich — die Metamorphose gar nicht mehr eintritt) und partielle Neotenie (wo die Metamorphose bloß verschoben ist, der Pubertätseintritt jedoch in einen Zeitpunkt nach der schließlich erfolgenden Umwandlung verbleibt). Dagegen lehnt Kammerer die einschlägige Terminologie von Giard[3]) ab. Letzterer wendet jene Bezeichnungen auf das Stehenbleiben des gesamten, resp. einzelner Körperteile im larvalen Zustande. Kammerer zeigt nämlich, daß eine totale Neotenie in diesem Sinne gar nicht vorkommt. Es ist für neotenische Organismen geradezu charakteristisch, daß ihre Entwicklung, vor allem diejenige der Geschlechtsorgane, durchaus nicht gleichmäßig rückständig

[1]) J. Kollmann: Verhandl. naturf. Ges., Basel. VII. Bd., 2. H. 1884.

[2]) P. Kammerer: Ergebnisse der wissenschaftlichen Medizin. Jahrg. I, H. 10. 1909/10. (Dort auch eine weitere Reihe einschlägiger Arbeiten des Verf.)

[3]) A. Giard: Bull. Scient. du Dep., du Nord, 2. Ser., X. année, 1887. Trav. de l'inst. Zool. Lille IV, 1887.

erscheint, und daß ihr Wachstum normale (selbst übernormale) Fortschritte macht, während nur einige (oder mehrere) Organe das embryonale (larvale) Gepräge beibehalten. Eine neotenische Molchlarve wird gerade so groß, ja größer, als der vollentwickelte Molch, die Haut bringt alle erst bei letzterem vorhandenen Drüsen hervor, das Farbkleid erlangt die definitive Ausprägung, selbst die Lungen erscheinen in zahlreichen Bläschen und Waben abgeteilt. Vom Volltier unterscheidet sich die neotenische Larve bloß dadurch, daß die Resorption der Kiemen und des Flossensaumes unterblieben ist, weshalb sie zum ausschließlichen Wasserleben genötigt wird. Gerade dieses Stehenbleiben nur bestimmter Jugendcharaktere gestattet, wie Kammerer wohl mit Recht besonders hervorhebt, eine sichere Unterscheidung der echten Neotenie von pathologischen Zuständen, speziell von „Kümmer"formen, bei welchen durch ungünstige Lebenslagen, speziell durch Hunger, ein vollständiges und gleichmäßiges Verharren der Entwicklung und des Wachstums im „jugendlichen" Zustand resultiert. Dabei pflegt diese Verzögerung dann entweder eine vorübergehende zu sein, oder, falls sie lebenslänglich bleibt, schließt das Leben auch vorzeitig ab. Tornier[1]) zeigte, daß Froschlarven mit kleinen Hinterextremitäten bei rein vegetabilischer Kost zwar am Leben bleiben, aber nicht die Metamorphose durchmachen. Eine derartige Larve kann sich noch nach Jahren mit allen ihren Organen und Geweben, ihrem Größen- und Gesamthabitus genau auf dem gleichen Stadium, wie zu Beginn des Versuchs, befinden. Unbedingt muß man wohl Kammerer beipflichten, daß es sich hier um eine krankhafte Kümmer- (Hunger-) form, nicht um Neotenie handelt. Eine neotenische Larve würde nach Ablauf gleicher Versuchszeit wesentlich anders aussehen, ihre Hinterbeine wären gewachsen, die Vorderbeine hätten sich gebildet und an Stelle des engen Hornschnabels müßte das tiefgespaltene Froschmaul getreten sein, während allerdings eine geschwänzte, durch Kiemen atmende, nur unter Wasser lebensfähige Larve persistierte.

Eine auf entgegengesetztem Wege zustandekommende, aber unter Umständen sehr ähnliche Formzustände umfassende Erscheinung ist Giards Progenese, der Eintritt generativer Reife vor dem Erwachsensein. Die rein phänomenal oft schwierige Unterscheidbarkeit von Neotenie und Progenese veranlaßten Jaeckel[2]), die Bezeichnung Epistase einzuführen. Kammerer spricht (bei Neotenie und Progenese) von morphologischer Epistase (Persistieren körperlicher Jugendmerkmale) und von physiologischer Epistase, bei welcher der Organismus körperlich ganz normal ausgebildet, das normale Verhältnis zwischen Alter, Geschlechtsreife und Organdifferenzierung eingehalten sein kann, aber hinsichtlich gewisser Funktionen, motorischer, drüsiger, instinktiver, psychischer Äußerungen besteht der embryonale, larvale, infantile Zustand fort. Kammerer beobachtete z. B., daß Axolotl, die zwangsweise aus der wasserlebenden Larven- in die landlebende Molchform verwandelt waren, oft noch Monate darnach heftige Ruderbewegungen mit dem Schwanz ausführen, bei Berührung genau so zappeln, wie die aus dem Wasser genommene Larve usw. Physiologische Epistase nennt Kammerer bemerkenswerterweise auch das Bestehenbleiben der Vorniere nicht als rudimentäres Organ, sondern als harnabsondernder Apparat bei gewissen Knochenfischen. Er rechnet auch einen körperlich normal

[1]) G. Tornier: Zool. Anz., 32. Bd. 1907.

[2]) O. Jaeckel: Über verschiedene Wege phylogenetischer Entwicklung. Jena 1902.

entwickelten erwachsenen Menschen mit kindlicher Verstandestätigkeit und Auffassungsgabe der physiologischen Neotenie bei, wie man einen homosexuellen Menschen, trotz normaler Bildung seiner Genitalorgane, als Pseudohermaphroditen ansehen kann.

Es bestehen wohl keine grundsätzlichen Bedenken dagegen, den Begriff der Neotenie und Progenese auch bei Organismen mit homoblastischer Entwicklung heranzuziehen, sowie in Fällen, wo der Anteil gerade der Keimdrüse zwar nicht ausgeschlossen, aber nicht ersichtlich ist, trotzdem derartige Verschiebungen in der normalen Reihenfolge der Organentwicklung stattgefunden haben, daß man an epistatische Erscheinungen erinnert wird und die Gleichartigkeit mit dem einschlägigen Problem anerkennen muß[1]. Kammerer führt als Beispiele aus dem Tierreich Seidenspinnerraupen an, die bei großer Hitze Flügel entwickeln, ohne sich zu verpuppen; daß Melanippe-Raupen schon Schmetterlings-Antennen und Beine aufweisen können, und faßt diese Erscheinungen speziell als partielle Progenese zusammen. Besonders verbreitet scheinen Neotenie und Progenese in ähnlichem Sinne auch im Pflanzenreich zu sein.

Die Wichtigkeit der Neotenie und Progenese für die Generationsfolge ist eine verschiedene. Sie kann unbedeutend sein, die potentielle Variationsbreite in jeder Geschlechtsfolge verwirklicht sich aufs neue, jedes Artexemplar besitzt, entsprechend der Lebenslage, die volle Fähigkeit, die Jugendform beizubehalten oder fortzuschreiten. Durch den erwähnten Formenwechsel oder dessen Fortfall braucht die genotypische Konstitution nicht verändert zu werden. Speziell die partielle Neotenie erweist sich als nichterblich. Aber die Reaktion kann doch auch vermutlich bei besonders starken Schwankungen der Lebenslage sich gleich stärker fixieren, so daß sich die Erblichkeit ergibt. Einschlägige Beispiele sieht Kammerer, außer im Falle des Amblystoma, auch in der Kröte Alites obstetricans. Vererbt werden nicht Eigenschaften des ausgebildeten Organismus, sondern Anlagen, welche des realisierenden Lebenslagefaktors bedürfen. Es müssen also in solchen Fällen Anlagen erworben sein. Auf die Frage nach dem Wie jener Veränderung des Anlagebestandes soll hier nicht näher eingegangen werden. Nur stehe ich nicht an, zu erklären, daß ich — unter bestimmten Umständen — in diesem Sinne eine Vererbung „erworbener Eigenschaften" nicht grundsätzlich ablehne. Bei Alytes obstetricans erfolgt Umklammerung der Geschlechter und Ablage der Eier auf dem Lande. Die Gallerthülle, welche die Eier zu einer Schnur verbindet, quillt nicht in der Luft, sondern schmiegt sich, eintrocknend, der Eioberfläche an. Das Männchen zieht die Laichschnur aus der weiblichen Kloake und trägt dieselbe, um die Hinterbeine gewickelt, bis zum Ausschlüpfen der Eier. Um diese Zeit begibt sich das Männchen ins Wasser, wo die Larven ihre Hülle sprengen, nachdem sie eine relativ weite Entwicklung durchgemacht. Hielt nun Kammerer die zeugungsfähigen Geburtshelferkröten in hoher Temperatur, kehrten sie zu den primitiveren Geschlechtsgewohnheiten der übrigen Froschlurche zurück. Die Geschlechter fanden sich in dem kühlenden Wasser zur Begattung; auch die Eiablage findet daselbst statt und die Laichschnur bleibt ebenfalls im Wasser; etliche Eier entwickeln sich auch. Wird das Aufsuchen des Wassers und die Erledigung des Zeugungsgeschäftes darin ohne folgende Brutpflege zur Gewohn-

[1] Kammerer: l. c.

heit, benehmen sich schließlich die Tiere auch ohne den Zwang der hohen Temperatur ebenso. Um dieselbe Zeit treten aber auch an Eiern und Larven Veränderungen auf, welche weiteren (Rück-) Annäherungen zur ursprünglichen Zeugungsart der Kröte entsprechen. Die Zahl der Eier und deren Fähigkeit, sich unter Wasser zu entwickeln, nimmt beträchtlich zu. Die Wassereier sind dotterärmer, kleiner, dunkler. Die Larven schlüpfen zeitiger, noch im Besitz der äußeren Kiemen, aus. Die Nachkommen sind hinsichtlich des angeführten Instinkts sämtlich gleichfalls und analog verändert. Bei Kreuzungen zwischen derart veränderten Kröten zeigten sich, wenn das Männchen normal gewesen, die Nachkommen normal, bei fast genau einem Viertel der Enkelgeneration kam aber die Veränderung wieder zum Vorschein. Bei umgekehrter Kreuzung (normales Weibchen) weist die ganze erste Generation die Fortpflanzungsänderung auf, die zweite ist zu drei Viertel verändert. Jeder Unbefangene muß hier zugeben, daß (ähnlich wie in Towers einschlägigen Versuchen) hier eine genotypische Beeinflussung zustandegekommen ist[1]). Kammerer nimmt demzufolge an, daß es Arten (Gattungen) gebe, welche nicht als ursprüngliche Formen, sondern als durch Epistase entstandene zu deuten sind; die Neotenie sei bei ihnen generisch fixiert und es gebe keine Individuen derselben, welche sich zu der von den Vorfahren erreichten höheren Entwicklungsstufe aus differenzieren (generelle Epistase). Sowohl diese generelle, wie die individuelle Epistase (Neotenie und Progenese) kann als sekundär-sexuelle Erscheinung auftreten und nur das eine Geschlecht betreffen (bes. die Weibchen). Man muß die generelle Epistase als Entwicklungsstillstand unterscheiden von sekundärer Verkümmerung, rudimentären Organen, gewissen Anpassungen. Was den epistatischen Formen ein gewisses neuartiges Gepräge verleiht, ist der Umstand, daß nicht alle Charaktere gleichmäßig und gleichzeitig stehen bleiben, sondern einige zurückgestellt erscheinen, andere sich fortentwickeln. Über die ursächlichen Faktoren ist bisher wenig bekannt. Wenn hochgradige Beschleunigung der germinativen und hochgradige Verzögerung der somatischen Reife äußerlich dasselbe Ergebnis liefern (geschlechtstätige „Jugend"-formen), so können doch die bedingenden Momente nicht die gleichen sein. Kammerer glaubt, daß dem vegetativ-körperlichen Wachstum günstige Faktoren ein Beibehalten der Jugendformen (Neotenie) nach sich ziehen, während die das vegetative Wachstum hemmenden eine Frühreife der sexuellen Fähigkeiten bewirken. Dann würde die gewöhnliche Kombination günstiger und ungünstiger Momente das „normale" Zusammentreffen eines mehr oder weniger bestimmten Stadiums körperlicher Entwicklung mit der Geschlechtsreife sichern. Parasitische Symbiose ist der vegetativen Entfaltung und damit der Neotenie eines Organismus oft günstig.

Die hier gewonnenen Begriffe werden wir (im speziellen Teil) anzuwenden haben, wenn wir endlich eine Ordnung bringen wollen in das, was die klinische Pathologie als „Infantilismus" führt, und wenn wir uns mit dem krankhaften „Kümmern" zu beschäftigen haben werden.

---

[1]) P. Kammerer: Vererbung erworbener Eigenschaften. Berlin 1910. Verh. naturf. Ver. Brünn, 49. 1911. Archiv f. Entwicklungsmechanik, 36. Bd. 1913.

C. Funktionelle Konstituenten der Organisation und entsprechende Organisationsprinzipien, vorwiegend persönlicher Art.

Zusammenfassung der bisher in Betracht gezogenen Organisationsprinzipien.

1. Bisher sind hier hauptsächlich folgende Konstituenten der Organisation in Betracht gezogen worden: die chemischen Verhältnisse im allgemeinen, inbegriffen die physikalisch-chemische Zustandsspezifizität (Kolloidnatur der lebendigen Substanz), die originäre, vorwiegend chemisch konstitutive Artspezifizität und die natürliche Gruppierung des Organeiweißes der hochdifferenzierten Elemente der lebendigen Substanz als Grundlage der Organspezifizität, ferner die vorübergehenden Kolloidstrukturen und die mikroskopischen Dauergebilde des sich entwickelnden und des fertigen Organismus, neben den Zellen auch die Synzytien, Syndesmen und Metaplasmen. Ferner die zytomorphologisch feststellbare Lokalisation, die räumliche Zuordnung der verschiedenen Zellkomponenten und deren Veränderung, die Kernplasmarelation, die Plastosomen und die Chromosomenindividualität. Endlich die differenzierten Einzelgewebe und Organe selbst, je nach ihrem wechselnden physiologischen Zustand und in ihren Korrelationen.

Wiederholt ist auch schon auf den systematischen Komplex der Gene hingewiesen worden, der all diese Konstituenten vorwegnimmt und im entwickelten Körper alle Teile durchdringt. Da aber nur eine bestimmte spezifische Art der Reaktion vererbt wird auf die entsprechenden äußeren Bedingungen, und der Phänotypus das Ergebnis derselben darstellt auf die jeweilige Bedingungskonstellation, unter denen das Individuum sich entwickelt hat, reihe ich die Gene, einzeln genommen als Einheiten mendelnder Unterschiede zwischen zwei Sippen, systematisch, als genotypische Konstitution, als Unterlage der ererbten originären Ganzheit des Artexemplars, naturgemäß unter die funktionellen Konstituenten der Organisation.

Chemische Arteigenheit.

2. Nach allem Bisherigen stelle ich auch hier den Chemismus in den Vordergrund[1]. Die exakte Erblichkeitslehre unterscheidet, wie wir gesehen haben, scharf zwischen Geno- und Phänotypus[2]. Ersterer, seinem Wesen nach unbekannt, und nur aus den Realisationen nachweisbar, bedingt die für den Organismus artgemäß bestimmte Reaktionsnorm und hält die persönlichen phänotypischen Merkmale und Dispositionen innerhalb einer gewissen Variationsbreite. Selbst hinsichtlich jener Peripherie der genotypischen Konstitution, über welche allein bisher das Kreuzungsexperiment Aufschluß gewährt, müssen wir bei lediglich statistischen Daten stehen bleiben, ohne in den Vererbungsmechanismus und in das Konstitutionelle der Individualitätsphase irgendwie Einblick zu gewinnen, wenn der Mendelismus nicht Korrektive zuhilfe nimmt. Wir haben bereits solche der Zytomorphologie und der Entwicklungsmechanik, die für sich dem Phänotypus zugehören, kennengelernt.

Ich selbst aber möchte das für die Trennung von Phänotypus und Genotypus entscheidend Gewesene suchen vor allem in der Unanschaulichkeit chemischer Vorgänge. „Was in einer brennenden Kerze geschieht, erkennt der Chemiker nicht aus

[1] Vgl. H. Huppert: Über die Erhaltung der Arteigenschaften. Rektoratsrede 1895. Universitatsverlag Prag, 1900.

F. Hofmeister: l. c.

[2] W. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena, Fischer, 1913. Kultur der Gegenwart. 3. Teil. 4. Abt. Bd. I. Leipzig u. Berlin 1915.

dem Licht und der Wärme, welche sie verbreitet; diese Erscheinungen sind bereits Folgen der chemischen Prozesse. Er leitet es ab aus der Untersuchung des Stoffes, welcher der Verbrennung überliefert wird und aus den Produkten der Verbrennung[1])." Deshalb verweise ich auch gerade auf den Chemismus als geeignete und umfassende Ergänzung für die Erblichkeitsforschung. Der direkte Weg, eine vollständig chemische Analyse des Keims, ist dermalen wohl ausgeschlossen. Aber die Vererbungslehre hat schon selbst festgestellt, daß eine erbliche „Übertragung" (Überführung) nicht existiert[2]). Es handelt sich vielmehr bloß um ein unverändertes Fortbestehen einer stofflichen Grundlage in der Kontinuität der ab origine auch mit Struktur begabten lebendigen Substanz (des Artplasmas), und damit auch der Fortdauer einer bestimmten Reaktionsnorm. Die verschiedene materielle Beschaffenheit des mütterlichen und väterlichen Idioplasmas, gleichbedeutend mit der Ungleichheit ihrer Anlagen (Gene), muß auch als Ursache der in bekanntlich hohem Grade verschiedenartigen Abstufungen späterer Entwicklungsfähigkeit bastardierter Eier angesehen werden. O. Hertwig[3]) spricht in diesem Sinne von dysharmonischen Protoplasmaverbindungen. Baltzer[4]) hat bei Kreuzung verschiedener Echinodermenarten während der Teilung des Eies und seiner Entwicklung (Keimblase, Becherlarve) „Chromatinelimination" beobachtet. Die im Keimkern vereinten väterlichen und mütterlichen Chromatinsubstanzen liefern während der Karyokinese abnorme Kernteilungsfiguren. Im Spindelstadium findet man aus dem normalen Teilungsvorgang ausgeschiedene und veränderte, im Protoplasma liegenbleibende Elemente. Diese werden bei Bildung der Tochterkerne in letztere nicht aufgenommen. Nach Baltzer rühren dieselben aus dem Samenkern her, der im Protoplasma des weitgehend artfremden Eies keine Entwicklungsbedingungen findet. Wegen dieser Elimination männlichen Chromatins sinkt später die Chromosomenzahl der embryonalen Zellen unter das Typische der Art herab. Viele solche Zellen erkranken, die Kerne verfallen der Pyknose, im Zellleib sammeln sich Fettkörner. O. Hertwig und seine Mitarbeiter[5]) haben die eine der beiden Keimzellen vor deren Vereinigung im Befruchtungsakt in der Konstitution verändert, so daß die beiden Idioplasmen, obwohl der Abstammung nach zueinander passend, nachher eine dysharmonische Verbindung liefern mußten (Verbindung eines gesunden und eines krank gewordenen Keims). Von physikalischen Eingriffen fand O. Hertwig besonders die vom Radiumbromid und vom Mesothorium ausgesendeten β- und γ-Strahlen geeignet. Die bestrahlten Keimzellen weisen Veränderungen ihres Baues und ihrer Lebenseigenschaften sonst nicht auf. In bezug auf ihre Fähigkeit, die empfangene Radiumwirkung auf das Zeugungsprodukt zu übertragen, erscheinen beide Keimzellen als gleichwertige Faktoren. Je nach dem Grade der Wirkung kommt die Entwicklung des befruchteten Eies (Rana fusca) nach einigen Tagen oder Wochen zum Stillstand, das Ei bleibt auf der Stufe der Blastula stehen. Es entwickeln sich mißgebildete Embryonen, die absterben,

[1]) H. Huppert: Rektoratsrede.

[2]) W. Johannsen: l. c.

[3]) O. Hertwig: Scientia. XII. Bd., Nr. XXVI, 6. 1912.

[4]) F. Baltzer: Arch. f. Zellforschung. 5. Bd. 1910.

[5]) O. Hertwig: 1.—4. Mitteil. preuß. Akad., Juli 1909, 1910, 1911, 1912. Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. Arch. f. mikr. Anatom. Bd. 77, Abt. II. 1911.

G. Hertwig: ibid. 77. Bd. Abt. II. 1911. 79. Bd. Abt. II. 1912.

verschiedene Organentwicklungen sind gestört (Spina bifida, mangelhafte Entwicklung des Zentralnervensystems, Verkümmerung des Herzens usw.). Die Zellen der geschädigten Organe neigen zum Zerfall (Kernveränderungen, unregelmäßige Mitosen usw.). Zwischen der Bestrahlung beider Keimzellen (vor oder nach der Vereinigung) und derjenigen bloß einer Keimzelle besteht ein grundsätzlicher Unterschied. Im ersten Falle wird die Eientwicklung proportional zur Stärke (Dauer) der Bestrahlung geschädigt. Im zweiten Falle lassen sich die Ergebnisse durch eine Kurve mit abfallendem und steigendem Schenkel darstellen: Werden z. B. allein die Samenfäden bis zur Grenze der Lebensfähigkeit bestrahlt, wird nach einem erreichten Tiefpunkt der Entwicklung des Eies letztere bei Fortsetzung der Bestrahlung zunehmend wieder besser. Hertwig erklärt den Widerspruch durch seine Idioplasmakerntheorie (vgl. S. 167). Ich selbst erblicke die sehr große Tragweite dieser Experimente von Hertwig darin, daß auch durch sie die statistische Auffassung des Genotypus überwunden und die chemische in den Vordergrund gerückt ist. Pathologische Schädigungen der genotypischen Konstitution (selbst noch nach frischer Vereinigung der Keimzellen) müssen danach viel häufiger möglich sein.

Während der ganzen Individualitätsphase sind die Organismen verschiedener Spezies nachweislich aus arteigenen chemischen Verbindungen aufgebaut und führen, davon abhängig, ein eigenartiges (chemisches) Leben, welches in allen Einzelprozessen sinnenfällig wird. Man muß daher auch in den charakteristischen Abweichungen der Stoffwechselprodukte und der chemischen Reaktionsfähigkeit von den gemeinsamen allgemeinen, einheitlichen Zügen des tierischen Lebensvorganges überhaupt geradezu die chemische Konstitution der Art, resp. selbst des Einzelindividuums sehen.

Hauptträger des chemischen Art- (Individual-) Charakters sind, vom Keimzellenstadium angefangen, durch die ganze Individualitätsphase hindurch, unbeschadet aller Änderungen in der besonderen chemischen Zusammensetzung des Körpers während des Wachstums und der Differenzierung, dieselben eine „schloß"-artige Disposition aufweisenden Substrate und eine Zahl von nicht bloß auf bestimmte chemische Gruppen, sondern auch auf einzelne Glieder derselben „schlüssel"ähnlich eingestellte Enzyme, sowie eine Reihe von Hormonen. Erstere (die Enzyme) schaffen und erhalten mit jenen Substraten (dem Artplasma) die Arteigenheit und auch die Organspezifizität; teilweise in sogenannten „gekoppelten" (i. e. gegenseitig derart sich beeinflussenden Reaktionen, daß durch die freiwerdende Energie der einen die zweite unfreiwillige (endotherme), möglich wird[1]). Letztere, die Hormone, wirken ek- und entropisch auf die Entwicklungsprozesse, beeinflussen die Morphogenesis im allgemeinen, sowie das gesamte und dimensionale Wachstum, und stellen durch wechselweise Induktion wichtige funktionelle Korrelationen her. Mit aller Wahrscheinlichkeit geht überhaupt der Reiz zum Wachsen des Individuums wesentlich von gewissen Drüsen mit innerer Sekretion aus, und zwar nicht gleichmäßig, sondern zu Zeiten stärker, periodisch ruhend.

Alles in allem: Der Organismus erzeugt sich desto mehr, je höher die Stufe des Lebens ist, unter notwendiger Beteiligung entsprechender Umweltfaktoren art- und individualgemäß chemisch (chemisch-physikalisch) selbst. Die Entwicklung

[1]) Vgl. W. Ostwald: Ztschr. f. physikal. Chemie, 39, 1900; 47, 1904.

ist prinzipiell ein und derselbe Mechanismus in der ersten Rouxschen Periode des Wachstums ohne Funktionieren, wie in derjenigen der funktionellen Assimilation[1]), in den Regenerationsvorgängen, in der Selbsterhaltung und in der Vererbung. Bei den oft gleichfalls sehr „persönlichen" Formeigenschaften mancher Kristalle, z. B. der (von Ostwald angeführten) gitterförmigen des Salmiak, macht Niemand eine andere letzte Abstraktion als: chemische Zusammensetzung. Man substituiert keine „elterliche Übertragung", keine spezielle „Mneme". Warum muß es bei den im Organismus wie im Ei ab origine kontinuierlich vorhandenen gleichen Kombinationen gleicher chemischer Verbindungen und systemisierter Enzyme anders sein? Der nähere Zusammenhang zwischen Stoff und Form ist beim Salmiak nicht besser bekannt als beim organischen Individuum[2]).

Was quantitativ oder qualitativ zur Veränderung der artgemäßen Zusammensetzung des Protoplasten, resp. des inneren Mediums führt, habe ich aus pathologischen Gesichtspunkten als „chemische Abartung" bezeichnet[3]).

Genotypische Konstitution.

3. Der Anlagenbestand (der Komplex der Gene) wurde bereits öfter als das den zusammengesetzten Organismus vom Anfang der Individualitätsphase an alle ontogenetischen Stufen verbindende systematische Glied, als das sämtlichen Teilen des entwickelten Körpers gleicherweise inhärente Ganze, als der Inbegriff der vererbbaren spezifischen Reaktionsnorm gegenüber den Außenfaktoren bezeichnet. Die genotypische Konstitution ist etwas anderes als der aus Anatomie und Physiologie des Phänotypus erschlossene Bauplan, resp. dessen Ausführung, sowie die Bedürfnisse des Organismus auf Grund desselben und die gleichfalls davon abhängige aktive und passive Rolle in der Umwelt. Den Organisations„plan" beschreiben wir nach der Form des Ablaufes der Prozesse in einem Lebewesen, er ist aber kein natürlicher Faktor und hat keinen Einfluß auf das organische Geschehen[1]). Der Genotypus hingegen (ererbte, systematisch-kombinierte Reaktionsnorm) schließt nicht nur das objektive art- und individualgemäße Bildungsgesetz ein und verbindet, indem letzteres fortwirkt, es mit den im fertigen Organismus realisierten Prozessen. Anlagenbestand und Lebenslage bestimmen in wechselweitiger Bedingtheit die Entwicklungarbeit und diese dauert durch die ganze Individualitätsphase fort. Es gibt noch immer Biologen, welche, wie einst K. E. v. Baer die Organismen nach Art einer Melodie, als Einheiten nicht bloß im Raum, sondern auch in der Zeit entstehen lassen. Es scheine widersinnig, daß es Faktoren geben könne, die sich in der Zeit gegenseitig beeinflussen würden, daß das Folgende auf das Vorhergehende wirke wie im Protoplasma, dessen Leistungen kommende Strukturen bestimmen. Unter anderem ist es gerade auch die genotypische Konstitution und ihr Substrat, welche zeigen, daß in Wirklichkeit die Ausgangssituation entscheidet. Regulation beruht im allgemeinen auf Änderung des physiologischen Zustandes. Auf einer gewissen Stufe des Lebens (Rhizopoden) werden Organisationen gewissermaßen erst für den jeweiligen Bedarf hergestellt. Änderungen des physiologischen Zustandes finden sich auch sonst schon bei den Protisten. Die Änderung des physiologischen Zustandes ist eine Änderung

[1]) W. Roux: Vorträge über Entwicklungsmechanik I, l. c.
[2]) Vgl. W. Ostwald: Naturphilosophie. 3. Aufl.
[3]) F. Kraus: Deutsche med. Wochenschrift, 1903, Nr. 14.
[1]) Vgl. v. Üxküll: Umwelt und Innenwelt der Tiere. Berlin, Springer, 1909.

der Organisation. Soweit dabei Entwicklungsarbeit in Betracht kommt, hängt also auch die Regulation am systematischen Komplex der Gene.

Neben der Uniformitäts- und der auf Reinheit der Gameten beruhenden Spaltungsregel, sowie der Unabhängigkeitsregel wird in der Tat in der Erblichkeitslehre, besonders von Johannsen, die Verantwortlichkeit der ganzen genotypischen Konstitution und nicht der diskret vorgestellten Gene für alle realisierten persönlichen Charaktere betont. Das Gen ist für sich nicht imstande, etwas zu bewirken, es ist, exakt definiert (vgl. oben S. 90ff.), nur der als Einheit mendelnde Unterschied zwischen zwei Sippen. Immer tritt konkret das gesamte genotypische System, etwa nach dem Vorbild eines schloßartig disponierten Substrats (ein Ring mit Seitenketten, der Art- und der Organspezifizität entsprechend) und einer Kombination von schlüsselartig darauf eingestellten Fermenten, in Aktion (trotzdem andererseits einzelne Faktoren glatt abtrennbar sind, so daß ein tierisches Individuum, wie J. Loeb es ausdrückt[1]) eine Summe von unabhängig vererbbaren Charakteren darstellt), wobei jedoch ein Gen anwesend oder abwesend, ev. zusammen mit anderen, innerhalb des genotypischen Systems eine ganz bestimmte Reaktionsnorm des Ganzen ermöglicht. Bateson[2]) hebt ausdrücklich hervor, daß die Folgeerscheinungen der Gegenwart der Erbeinheiten in vielen Fällen mit den durch Fermente hervorgerufenen Wirkungen vergleichbar sind. Vielleicht bildet das genotypische System eine Reihe von Fermenten[3]). Fermentkombinationen, natürlich viel einfacherer Art, welche Synthesen in einer bestimmten Reihenfolge vollziehen, kennt die Chemie schon längere Zeit. Ich erinnere an das vermutlich aus drei Enzymen bestehende Emulsin und die Glucosid-(Amygdalin-) Synthese[4]). Das Zusammenwirken von Fermenten, ev. mit Reaktionskoppelung, ist in der ganzen Individualitätsphase ebenso wichtig, wie speziell während der Entwicklung. Da wie dort handelt es sich um Ketten aneinander sich anschließender Reaktionen, welche in ganz bestimmter Reihenfolge durchlaufen werden müssen[5]). Interessant für unsere Betrachtung ist die chemische Erfahrung, daß die Wirkung zweier Fermente, welche sonst ähnliche Reaktionen katalysieren, sich nicht einfach addiert, sie kann größer oder kleiner sein[6]). Die Erblichkeitslehre sieht für ihre Spezialzwecke sämtliche „Faktoren" als gleichwertig an. Für die Entwicklung z. B. der grauen, schwarzen oder gelben Farbe einer Maus, genügt aber nicht die Anwesenheit des Bestimmers für diese Farben in der Zygote, es muß immer noch ein besonderes Chromogen als Substrat vorhanden sein, welches jedoch durch einen Antagonisten ersetzt sein kann usw.[7]). Bei der alternativen Vererbung spielt das Verhältnis Anwesenheit-Abwesenheit eine wichtige Rolle. Zahlreichen mendelnden Charakteren, besonders den „dominierenden", liegt die Anwesenheit eines bestimmten Faktors zugrunde, während die scheinbar „antago-

[1]) J. Loeb: Bedeutung der Tropismen für die Tierpsychologie. Leipzig 1909.

[2]) W. Bateson: Mendels Vererbungstheorien. Deutsch v. A. Winkler. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1914.

[3]) Vgl. A. Herlitzka: Naturf. Ges. 1906, 2, 2. Zentralbl. Physiol. 1906.

[4]) Rosenthaler: Biochem. Zeitschr., 14. Bd., 1908; 28. Bd., 1910.

[5]) F. Hofmeister, Ostwald, Höber, Lundegaard: l. c.

[6]) Vgl. Broda: Ztschr. physk. Chem. 37, 1901.

Bredig u. Brown: ibid. 93, 1905.

[7]) Cuénot: L'hérédité de la pigmentation chez les souris, IIIenote. Arch. zool. exp. gén. (4) Vol. 2 1904.

nistischen" Charaktere durch die Abwesenheit der betreffenden Faktoren bedingt sind, z. B. ein allgemeiner Färbungsfaktor, dessen Gegenwart die Manifestation der verschiedenen, durch spezielle Färbungsfaktoren bedingten Pigmentierungen hervorruft. Nach der Faktorenhypothese gibt es keine Antagonistenpaare. Kommt z. B. Graufärbung und nicht Schwarz, resp. eine Intermediärfarbe hervor, so erklärt man sich danach dies nicht mehr durch die Vorstellung, daß Grau über das antagonistische Merkmal Schwarz dominiert (vgl. unten S. 202), sondern daß der Bestimmer für Grau durch seine Anwesenheit die Manifestierung der Wirkung des gleichfalls anwesenden Bestimmers für Schwarz hindert („verdeckt" nach E. Baur) V. Haecker betont mit Recht, daß man bei zwei in diesem Verhältnis miteinanderstehenden Faktoren der Einfachheit halber recht wohl von dominant und rezessiv sprechen und sie in Erbformeln durch zwei Buchstaben zum Ausdruck bringen kann.

Wir haben gesehen (vgl. oben S. 151), daß sich die beidelterlichen Anlagen erst an den produktiven Leistungen der Zellsubstanz (Organspezifizität) beteiligen, daß sich der Mendelismus also bloß auf die Spezifikation der paraplasmatischen Dauerstrukturen bezieht. Die reziproken Bastarde[1] sind als Beweis dafür angeführt worden, daß die rein mütterliche Entwicklungsphase die beidelterliche beeinflußt.

Die sog. Dominanz (Prävalenz), die Erscheinung, daß vielfach die Bastarde äußerlich nicht von dem einen Elter zu unterscheiden sind (ein korrespondierendes „allelomorphes" Merkmal der beiden Stammformen herrscht über das andere antagonistisch, bewirkt Fehlen desselben; letzteres Merkmal heißt „rezessiv") erklärt sich vielleicht nach der „Schlüsselbundregel" daraus, daß nur ein Schlüssel, nur eine der gleichwertigen Kernkomponenten, weil besser eingestellt, die typische Bildungsweise auch nur des einen Elters realisiert. Übrigens gilt gegenwärtig diese ausschließliche Prävalenz des einen Merkmals in der ersten Generation bloß als Spezialfall. Hauptsache für die erste filiale Generation, F_1-Generation, ist die Uniformitätsregel: Gleichheit der F_1-Bastarde, d. h. der Individuen der ersten aus der Kreuzung zweier elterlichen Rassen hervorgegangenen Nachkommengeneration[2]. Dabei treten drei verschiedene Fälle ein: die F_1-Bastarde sind intermediär (eine Zwischenform zwischen beiden Stammrassen), einseitig (eines der antagonistischen Merkmale ist dominant, das andere kommt nicht hervor, ist rezessiv), oder endlich, die F_1-Bastarde zeigen einen bei keiner der Stammformen sichtbaren neuen (speziell einen „atavistischen") Charakter: Bastardatavismus.

Die Correnssche Spaltungsregel bezieht sich auf die Individuen der zweiten Nachkommengeneration (F_2-Bastarde) und sagt aus, daß bei wechselweiser Paarung (resp. Selbstbestäubung) der F_1-Bastarde die F_2-Bastarde beide elterlichen Charaktere wieder zum Vorschein bringen, und zwar in einem ganz bestimmten Zahlenverhältnis auf die Nachkommen verteilt. Im obigen ersten Falle weisen 25 Prozent aller F_2-Individuen einen der beiden korrespondierenden Charaktere, 25 den anderen, 50 den intermediären, also gilt das Verhältnis: 1:2:1. Im zweiten kommen 25 Prozent rezessive auf 75 dominierende F_2-Individuen, also im Verhältnis 3:1. Im dritten Fall kommen besondere Zahlenverhältnisse hervor. Schon Mendel selbst suchte diese Zahlenverhältnisse durch die jetzt wohl allgemein angenommene Hypothese

[1]) Vgl. J. Schaxel: l. c.
[2]) Vgl. V. Haecker: l. c.

von der Reinheit der Gameten zu erklären: bei der Bildung der Geschlechtszellen im F_1-Bastard in den erwähnten ersten beiden Fällen tritt eine Spaltung der bei der ursprünglichen Bastardbefruchtung miteinander vereinigten Anlagen auf, die Hälfte der Gameten jedes einzelnen Bastardindividuums enthält nur noch die Anlage für den einen, die andere Hälfte bloß noch diejenige für den korrespondierenden Charakter. Individuen, welche mit nur einerlei Anlage versehen sind, heißen „homozygote". Weitere Geschlechter geben kein wesentlich neues Resultat, da (im Falle möglicher Fortpflanzung durch Selbstbefruchten) von den gleichen Verhältniszahlen ausgegangen wird.

Das bisher Gesagte bezieht sich auf die „Monohybriden", d. h. auf die Kreuzung von Stammformen, die sich hinsichtlich eines einzigen Merkmalpaares unterscheiden. Für die Polyhybriden gilt der Mendelsche Satz, daß die einzelnen Merkmalspaare bezüglich der Spaltungserscheinungen sich unabhängig voneinander verhalten. Jedes Glied des einen Paares von Dihybriden z. B. kann sich mit jedem der beiden Glieder des anderen kombinieren. Der Bastard liefert sonach viererlei Gameten und sechzehn verschiedene Klassen von Zygoten usw. Nochmals muß, wie schon öfter, betont werden, daß diese Vererbungsvorgänge sich auf die (unsichtbaren) Anlagen (Entwicklungs„ansätze") beziehen: das Hervortreten der phänotypischen Charaktere ist noch an besondere Bedingungen gebunden. Ferner gelten sie für (sehr zahlreiche) Rassenmerkmale. Artkreuzungen haben ja für unsere speziellen Aufgaben geringes praktisches Interesse. Für uns handelt es sich überhaupt um erbliche Abänderungen normaler, oder Abänderung pathologischer Natur innerhalb der Spezies humana, um Abänderung von Rassencharakteren.

Mendelismus und Variation.

4. Die Entdeckungen Mendels haben nicht bloß das Vererbungs-, sondern auch das Variationsproblem nachhaltigst beeinflußt. Die Kinder eines Elternpaares (zweigeschlechtliche Organismen) unterscheiden sich nicht bloß nach dem Geschlecht, sondern auch in anderen Merkmalen. Ursache hierfür ist die verschiedene Mischung der Keimprodukte. Zur Dominanz und zur Aufspaltung kommt noch die Kryptomerie. Letzterer Terminus bezieht sich darauf, daß bei der Keimzellenbildung der F_1-Bastarde entweder zusammengesetzte Charaktere (Bateson) aufgespalten oder von den sichtbar manifestierten Anlagen beider Stammformen latente Charaktere oder „kryptomere" Anlagen (Tschermak) abgespalten werden, die sich einzeln geradeso selbständig zeigen, wie andere Gene. In der F_1-Generation werden somit nicht bloß zweierlei, sondern eine größere Zahl von Gametenarten geliefert. Die verschiedenen isolierten Merkmale kommen in den späteren Generationen zum Vorschein. Wesentlich ist für beide erwähnten Beziehungen ganz besonders, daß, wie schon angedeutet, der einzelnen äußeren Eigenschaft ein einziges der diskontinuierlichen und selbständig erblichen, also aus dem systematischen Komplex abspaltbaren Gene zugrunde liegen kann, daß aber andere Male mehrere Erbeinheiten verschiedener Art einem äußeren Merkmal vorstehen, so daß deren Spaltung bei der Gametenbildung in einem Teil der Exemplare der nächsten Generation das betreffende zusammengesetzte Merkmal zum Verschwinden bringt. Aber auch durch das Zusammentreten einer Zahl von Genen gleicher Art wird dasselbe äußere Merkmal in verschiedenen Intensitäten bedingt. Endlich sind auch noch verschiedene phänotypische Merkmale Effekt derselben Erbeinheit; infolgedessen treten dieselben als bestimmte Reaktionen je nach der verschiedenen Bedingungskonstellation hervor. Letztere Tatsache hat es zuerst

nahegelegt, daß überhaupt die Reaktionsnorm, nicht das Merkmal vererbt wird. Nach de Vries[1]) setzt sich das Artbild aus einer Summa von Genen zusammen, die, einer Anzahl von Arten gemeinsam, bei den einzelnen Arten (dieser Begriff ist hier im weitesten Sinne bis zur „Mendelart", vgl. oben S. 25, gemeint) sehr verschieden kombiniert sind. Klebs[2]) nimmt im Zusammenhang mit den vorstehend erwähnten Tatsachen und Theorien an, daß die in einer „Population" vorhandenen Entwicklungsformen einer Art nicht den gesamten Umfang der in ihrer genotypischen Konstitution liegenden Möglichkeiten erschöpfen. Haecker hat die Bezeichnung „Überschläge" (Transversionen) eingeführt für das Auftreten bestimmter Charaktere, die zum normalen Merkmalskomplex einer Art gehören, bei ganz entfernten Spezies, also für das Sichtbarwerden latenter Elementareigenschaften unter ungewöhnlichen Bedingungen. Wenn Kryptomerie gelegentlich stammeselterliche Eigenschaften wieder hervortreten macht, spricht man von (Hybrid)atavismus. Die Ursache der Schwächung gewisser Anlagen („Genasthenie"[3])) sieht v. Tschermak darin, daß die von der einen Zeugungszelle überbrachten Anlagen in der Zygote wegen ihres „einschichtigen" Daseins („haplogametischer Zustand") eine nachhaltige Entwertung erfahren. Nach dieser Vorstellung hätte die Bastardierung an sich einen schwächenden Einfluß auf die Valenz der einseitig eingebrachten Erbanlagen.

Abänderungen können auf „Modifikation" beruhen[4]), oder erbliche Variationen darstellen, und zwar erstlich solche zunächst (scheinbar) inneren Ursprungs (durch Veränderung des Idioplasmas ohne nachweisliche direkte Einwirkung äußerer Faktoren) oder solche infolge Einflusses der Lebenslage auf den Genotypus. Die Kontroversen über somatische und Parallelinduktion, sowie über simultane Reizleitung soll hier nicht in den Einzelheiten erörtert werden. Mit V. Haecker, O. Hertwig, Tandler und Anderen nehme ich aber, gerade im Zusammenhang mit klinisch pathologischen Erfahrungen, an, daß Variationen, welche sonst als „fluktuierende" bezeichnet werden und auf quantitativen Abweichungen im allgemeinsten Sinne beruhen, teils nicht erbliche Modifikationen darstellen, aber auch erbliche solche bedeuten können. Wenigstens grundsätzlich glaube ich für die Krankheitslehre eine Vererbung erworbener Eigenschaften annehmen zu müssen[5]). Vielfach wird es sich dabei um solche Merkmale handeln, welche durch Zusammenwirken mehrerer gleichsinniger mendelnder Faktoren, im Sinne V. Haeckers, zustandekommen, so daß scheinbar gleitende („kontinuierliche") Übergänge hervortreten können.

Es ist schon früher (vgl. oben S. 28) der Johannsensche Terminus „Population" (Bestand der Exemplare einer Art oder Rasse in einem bestimmten Territorium) erwähnt worden. Ein scheinbar einheitlicher Phänotypus besteht aber immer aus einem Gemenge von Elementararten (Biotypen nach W. Johannsen), von denen jede (z. B. Pflanzen mit Selbstbestäubung) unter günstigen Umständen (Vil-

[1]) H. de Vries: Mutationstheorie. Leipzig 1901 und 1903.

[2]) G. Klebs: Sitzungsbericht Heidelberger Akadem. Wissensch. 1909.

[3]) A. v. Tschermak: Biol. Zentr.-Bl., 37. Bd., H. 5. 1917.

[4]) E. Baur: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin 1914.

[5]) L. Plate: Selektionsprinzip. 2. Aufl. 1913. Vererbungslehre mit bes. Rücksicht auf Menschen. Leipzig 1913.

R. Semon: Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften. Leipzig 1912. Stand der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung II. Berlin u. Wien, Urban-Schwarzenberg, 1913.

morins Prinzip der individuellen Nachkommenbeurteilung mittels Selektion) als „reine Linie" von Geschlecht zu Geschlecht sich weiter erhält (vgl. oben S. 24). Praktisch bedeutsam scheint mir in Johannsens Darlegungen noch der Begriff der „genotypischen Festigkeit", d. i. der relativen Dauerhaftigkeit des Biotypus. Nach Johannsen würden Biotypen (entgegen der im Vorstehenden vertretenen Anschauung) unter dem züchtenden Einfluß funktioneller und sonstiger Reize nur zeitweise und nur stoßweise, durch Mutation gewonnen. Fluktuierende Plus- und Minusvariationen würden nach seinen Experimenten durch Selektion nicht beeinflußt. Mit Baur müssen wir annehmen, daß die Mehrzahl der (Partial-) Mutationen „Verlust"mutationen (durch Wegfall eines Faktors entstandene) sind[1].

Geschlecht als mendelndes Merkmal.

5. Das Geschlecht gilt Vielen als ein mendelndes Merkmal. Erstlich bestehen Beziehungen zwischen mendelnden somatischen Eigenschaften und dem Geschlecht: letzteres ist z. B. dafür maßgebend, welches von zwei Allelomorphen dominierend, und welches rezessiv ist. Correns[2]) hat experimentell gezeigt, daß die Geschlechter dioëzischer Pflanzen sich genau verhalten wie ein mendelndes Merkmalpaar: es besteht gewissermaßen eine männliche und eine weibliche Rasse. Die reifen Keimzellen sind progam bestimmt, denn auf Grund der, z. B. bei der Pollenwirkung stattfindenden, Spaltung haben die männlichen Keimzellen zur Hälfte weibliche Geschlechtstendenz, während die weiblichen ausschließlich weibliche Tendenz besitzen. Die endgültige

[1]) W. Bateson: Mendels Principles of Heredity. Cambridge 1909. E. Baur: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 21. Aufl. Berlin, Bornträger, 1914. E. Tschermak: Bericht d. bot. Ges. 18. Bd. Biol. Zentralbl., 20 Bd. C. Correns: Gregor Mendels Briefe an C. Nägeli 1866 1873. Abh. Math. Physiol. Sächs. Ges. Wissenschaft, 19. Bd. 1905. Über Vererbungsgesetze, Vortrag, Berlin 1905. W. Johannsen: l. c. Davenport: Proc. über Vererbungsgesch., Berlin 1905. Amer. Phil. Soc., Vol. 47. 1908. Scienc.N. S. Vol. 26. 1907. Amer. Nature, Vol. 42. 1908. Ebenda, Vol. 44. 1910. L. Cuénot: Rapport sur l'hérédité. Arch. franz. Adv. Sci. Congrès de Lyon 1906. E. Fischer: Umschau, 13. Jg., 1909. Arch. f. Rass. Gs. Biol., 7. Jg., 1910. R. Goldschmidt: Einführung i. d. Vererb.-Wissenschaft. Leipzig 1911. E. Godlewski: Vererbungsproblem. Leipzig 1909.

A. M. Hussaye: Quart. Journ. Med. 1908.

M. v. Gruber: Fortpflanzung, Vererbung, Rassenhygiene. Münch. 1911.

V. Haecker: Allgem. Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig 1912. Ergebnisse, Fortschr. Zool. 1. 1907. Befruchtung, Handwörterbuch der Naturwissensch. 1. Bd. Jena 1912.

Hammer: Verhandl. Dtsch. Dermatol. Ges. 1908.

M W. Hauschild: Ztschr. Morph. Anthropol., 12, 1909.

W. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena, Fischer, 1913.

G. Mendel: Versuche über Pflanzen-Hybriden (1865). Verh. Naturf.-Ver. Brünn, 4. Bd. Erschienen 1866. Über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieracium-Bastarde (1869). Ebenda 1870, 8. Bd. Zwei Abhandlungen (1865 und 1869) herausgegeben von E. Tschermak, Ostwalds Klassiker Nr. 121. Leipzig 1902.

L. Merzbacher: Arch. Rass. Ges. Biol., 6. Jg., 1909.

H. Przibram: Exp. Zool. 3. Heredität. Leipzig u. Wien 1910.

F. Pick: Verh. 28. Dtsch. Kongreß f. i. Med. Wiesbaden 1911.

L. Plate: Arch. Rass. Ges. Biol., 8. Jg. 1911. Vererbungslehre usw. Leipzig 1913.

H. de Vries: C. R. T. 130, 1900. Ber. dtsch. bot. Ges., 18. Bd. 1900. Mutationstheorie l. c. 2. Bd. Elementare Bastardlehre. Leipzig 1903.

F. Martius: l. c.

W. Weinberg: Jahrber. deutsch. Verh. vaterl. Naturk. Württemberg 1908. Arch. f. Rass. Ges. Biol., 6. Jg., 1909. Ztschr. ind. Abst. 1 u. 2. Bd. 1909.

[2]) Correns: Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. Berlin 1907.

Entscheidung über das Geschlecht der Nachkommen folgt jedoch erst syngam, bei der Befruchtung: beim Zusammentreffen der weiblich gestimmten Eizellen mit männlich gestimmten Pollenkörnern überwiegt die männliche Tendenz. Nur eines der beiden Geschlechter sei in bezug auf das Geschlecht heterozygot, nach Correns das männliche. Bateson[1]) hat für Tiere wahrscheinlich gemacht, daß man die Weibchen als heterozygot mit dominierender Weiblichkeit anzusehen habe. Wie die einschlägigen Tatsachen der exakten Erblichkeitslehre mit den zytologischen, betreffend das „Geschlechtschromosom"[2]), zu vereinigen sind, muß definitiv die Zukunft lehren. (vgl. o. S. 108, 150). Bei der Spermatogenese gewisser Insekten hat Mc Clung gefunden, daß die Hälfte der Spermatozoen ein akzessorisches Chromosom besitze. Wilson zeigte, daß dieser akzessorische Körper eine Eigentümlichkeit der Samentierchen ist, welche später Weibchen bilden. Danach wird das Geschlecht jedenfalls durch Gametendifferenzierung bestimmt. Das (Insekten-) Weibchen müßte hier (hinsichtlich des Geschlechts) als homozygot bezeichnet werden. Das stimmt also nicht mit dem Ergebnis des Kreuzungsexperimentes.

Vater und Sohn.

6. V. Haecker[3]) wirft die Frage auf, ob die Vererbungswissenschaft einen besonders engen Zusammenhang gerade zwischen Vater und Sohn aufweise? Weismann ist in seiner Keimplasma- und Ahnenplasmentheorie von der Voraussetzung gleichwertiger elterlicher Erbanteile ausgegangen. Darauf baute O. Lorenz[4]) weiter: die gesamte Ahnentafel sei zu berücksichtigen, wenn auch eine Präponderanz der direkten männlichen Aszendenten anzunehmen wäre. Noch schärfer hat Martius die Gleichwertigkeit der männlichen und weiblichen Aszendenz betont[5]). Haecker sucht ebenfalls wahrscheinlich zu machen, daß weder eine männliche Präponderanz überhaupt, noch das Durchdringen einer Individualpotenz einzelner Väter mit stark ausgeprägten guten oder schlechten, körperlichen oder geistigen Eigenschaften vermöge ihrer Erbmasse bei den Nachkommen und speziell bei den Söhnen anzunehmen ist. Denn es muß als Erfahrungstatsache gelten, daß die Spaltung und Verteilung der selbständig nach Mendel erblichen Anlagen unabhängig vom Geschlecht erfolgt. Eine scheinbare Ausnahme bilden Merkmale, deren Auftreten an das männliche Geschlecht gebunden ist (Bluterkrankheit, Rot-Grünblindheit). Da finde aber in Wirklichkeit bloß das Manifestwerden der Anlagen nur im männlichen Geschlecht statt. Somit wäre das Vater-Sohn-Verhältnis biologisch kein engeres, als das zwischen Vater und Tochter und Mutter und Sohn.

Allerdings weisen verwickelt-verursachte Merkmale, wie solche gerade an der sogenannten Familienähnlichkeit beteiligt sind, bei Kreuzungen Unregelmäßigkeiten in der Vererbung auf: die Uniformität der ersten Filialgeneration kann fehlen, die Bastarde der zweiten erscheinen noch stärker variiert; die infolge der Kreuzung

---

[1]) Bateson: l. c.

[2]) Mc Clung: Biol. Bull., III, 1902.

E. B. Wilson: Journ. exp. Zool., III, 1906.

[3]) V. Haecker: Erblichkeit im Mannesstamm u. d. vaterrechtliche Familienbegriff. Jena, Fischer, 1917.

[4]) O. Lorenz: Lehrb. der ges. wissenschaftl. Genealogie.

[5]) F. Martius: Pathogenese inn. Krankh. Leipzig u. Wien 1899. Konstitution und Vererbung. Enzyklop. d. klin. Med. Berlin 1914. Familienbegriff und gen. Vererbungslehre in Noorden-Kaminer: Krankheit und Ehe. 2. Aufl. Leipzig 1916.

auftretenden Charaktere sind besonders der Selektion zugänglich[1]). Haecker zeigt aber an Bildern von Fürstenhäusern, daß wiederholt der Familientypus des Gesichts, der übrigens alle 2, 3, 4 Geschlechter, wie es mendelnden Eigenschaften zukommt, zu wechseln pflegt, entscheidend durch die Frauen beeinflußt wird. Ausnahmen sind wohl bloß scheinbare. Der Prognathismus inferior und die dicke Unterlippe der Habsburger z. B. ist ein mendelndes und zwar ein dominantes Merkmal seit fünf Jahrhunderten. Bei dieser Dynastie sind aber Verbindungen mit verwandten (verschwägerten) Häusern häufig, wodurch sich dieser Fortbestand wohl erklärt. Auch für so zusammengesetzte Merkmale, wie die geistigen Begabungen, ist der Einfluß der Frau wahrscheinlich.

In jüngster Zeit machte A. v. Tschermak[2]) darauf aufmerksam, daß bei reziproken Kreuzungen von Hühnerrassen der Vatertypus die Form des Kammes, der Muttertypus die Ausbreitung und Verteilung des Pigments, sowie den Farbenton, ebenso die Befiederung oder Nacktheit der Schäfte bestimmt. Da ergäbe sich also doch ein deutlicher Einfluß auf die Ausprägung der Erbanlagen. Anderes Einschlägiges besonders über die reziproken Bastarde ist bei früherer Gelegenheit gesagt worden.

Korrelative Vererbung. Phänotypische Korrelation.

7. Die Korrelation zweier (mehrerer) Merkmale bezieht sich zum Teil auf die schon erwähnte Manifestation eines Gens in zwei oder mehr verschiedenen persönlichen Charakteren. Man meint aber gewöhnlich mit diesem Ausdruck, daß gegenüber der freien Kombination der Gene, zwei oder mehrere persönliche Merkmale infolge von „Faktorenkoppelung" nicht unabhängig voneinander mendeln. Die Trennung heißt „Abstoßung". Diese genotypische Korrelation ist nicht selten. Darwin hatte als korrelative Variabilität vor allem Wachstumskorrelationen zusammengefaßt. Mit W. Johannsen[3]) müssen wir scharf trennen zwischen physiologischer Korrelation und korrelativer Variabilität. Nur in letzterem Falle können an und für sich unabhängige, durch Anwesenheit verschiedener Gene bedingte Eigenschaften in besonderer Weise gesetzmäßig bei der Gametenbildung verknüpft worden sein. Die physiologische Korrelation beruht auf Wechselwirkungen der von den beiden Gameten gelieferten Gene in der gebildeten (Homo- oder Hetero-)Zygote, bezieht sich also auf Zustände innerhalb des phänotypischen Einzelindividuums. Während tatsächlich beim Vergleich verschiedener Organismen jeder Körperteil, jedes Organ unabhängig von anderen in erheblichem Maße variieren kann, ist also im einzelnen Exemplar wiederum alles einheitlich verkettet. Für ein volles Verständnis der Korrelationserscheinungen überhaupt sind die Begriffe des Geno- und Phänotypus somit streng abzugrenzen. Die Vereinigung der differenzierten Teile zum (fertigen) Artindividuum ist aber keine bloß formale, sie ist, wie schon öfter betont, charakterisiert durch die physiologische Korrelation. Und ausschließlich phänotypisch, d. h. nach den realisierten personellen Merkmalen, darf der Organismus auch hierin nicht betrachtet werden. Die verwirklichten Unterschiede der Teile sind genotypisch angelegt und vorbestimmt. An sich wäre es noch keine Koordination, wenn ein differenziertes Gewebe Gebrauch macht vom Hormon eines anderen. Erst der im Genotypus wurzelnde Zusammenhang macht daraus eine systematische Verknüpfung. Ein ein-

[1]) Haecker: l. c.

[2]) A. v. Tschermak: Biol. Zentrbl., 37. Bd., H. 5. 1917.

[3]) W. Johannsen: l. c.

facher Vergleich ist folgender. Phenol ist schlecht nitrierbar, Phenolsulfosäure ist es hingegen leicht. In der nitrierten Phenolsulfosäure ist der Einfluß der Nitrogruppe so bedeutend, daß nunmehr die Sulfogruppe durch bloßes Kochen mit verdünnter Säure abspaltbar wird. Auch der Einfluß benachbarter Gruppen bezieht sich aber natürlich auf die gesamte Konstitution, den Ring.

Wahllose Paarung.

8. Wenn die durch die Kreuzung gewonnenen F_1-Individuen in wahlloser Paarung sich fortpflanzen, erfolgt bei Selbstbefruchtung (Bohnen) Verschwinden der Bastarde (der Heterozygoten), weil die in jeder Generation bei der Spaltung sich bildenden Homozygoten immer wieder bloß ihresgleichen erzeugen. Bei Fremdbefruchtung bleibt das Zahlenverhältnis von F_2 in den drei Formen von Individuen fortbestehen, falls alle sich theoretisch ergebenden genotypischen Konstitutionen in gleichem Maße an der Fortpflanzung beteiligt sind und nicht Selektion eintritt: Baurs Gesetz der konstanten Zusammensetzung einer Population[2]. In Wirklichkeit findet aber überall Selektion statt: Zygoten gehen bei der Ontogenese frühzeitig zugrunde, die theoretisch möglichen Zustände kommen nicht alle zustande, nicht sämtliche Individuen nehmen Teil an der Erzeugung der folgenden Generation. Darin kann eine Hauptquelle der vorkommenden Nichtübereinstimmung zwischen den nach der Mendeltheorie zu erwartenden Zahlen und den faktischen Befunden liegen.

Rassehygiene.

9. Man kann für unsere klinischen Zwecke Person und Rasse nicht in ähnlicher Weise gegeneinander abgrenzen wie etwa Personen- und Rassenhygiene („Euthenik" und „Eugenik"). Letztere, als Vererbungshygiene, will — durch soziale Maßnahmen — die Tüchtigkeit der Erbanlagen eines Volkskörpers heben, resp. deren Minderung verhüten, die Personalhygiene, welche nur das ontogenetisch fertige individuelle Leben zum Gegenstand hat, soll die bestmöglichen äußeren Bedingungen, wiederum durch Sozialpolitik, für Hebung der Tüchtigkeit und Volksgesundheit schaffen[1]. In der Klinik der Person (klinische Anthropologie) müßte eine solche Trennung schädlich wirken. Auch hier ist genotypische Konstitution und Lebenslage (Modifikation) auseinander zu halten, aber die Komplikation der ersten bildet den Kern des Individuums, macht seine Ganzheit aus. Auch der Arzt hat zwischen Geno- und Phänotypus scharf zu trennen, schon deshalb, weil augenfällig phänotypische Unterschiede sich finden lassen, wo keine genotypische Differenz vorhanden ist, und weil auch einmal bei Gleichheit der Phänotypen genotypische Verschiedenheiten da sind. Die äußeren Eigenschaften sind aber doch immer das Resultat der die genotypische Konstitution ausmachenden vererbten spezifischen Art der Reaktion auf die individuell gegebene Konstellation der Außenbedingungen. Die persönliche Beschaffenheit des Individuums ist also überhaupt doppelt bestimmt. Aber in Populationen mit obligatallogamer Fremdbefruchtung, zumal bei der menschlichen, sind, wie schon öfter betont, zwei isogene Individuen, zwei identische Personen sozusagen nicht zu erwarten. Das Mendelexperiment hält sich meist an die Spaltung bei einfach heterozygotischen Organismen, und zwar solchen, wo eine Einzeleigenschaft different ist. In Wirklichkeit sind die Bastardierungsprozesse mehrfach heterozygotisch und das einzelne Gen vertritt nicht immer je ein Merkmal. Da fällt wohl bei jeder Befruch-

---

[1]) E. Baur: l. c.

[2]) Vgl. z. B. W. Schallmeyer: Weichardts Ergebnisse, II. Bd. Berlin, Springer, 1917.

tung die Kombination der Erbeinheiten, wie innig dieselben, vereinigt durch die Zygotenbildung, im gegebenen Individuum zusammenhalten und wirken, anders aus. Johannsen und Correns[1]) sprechen deshalb von dem Genotypisch-Individuellen, das bei der Entstehung der Person kombiniert wird und mit ihm wieder zugrunde geht. Zahllose Einflüsse der Lebenslage gesellen sich hinzu, so daß selbst auch die „reinen Linien" starke phänotypische Variabilität aufweisen, noch stärker wirksam sind sie natürlich bei genotypisch-individuell verschiedenen Personen. Klinisch wird durchaus nicht immer völlig bestimmt auseinanderzuhalten sein, was dem Genotypus, was den Außenbedingungen zuzuschreiben ist.

Psychische Anlagen.

10. Wir werden sehen, daß die „psychischen Anlagen" vielfach sehr zusammengesetzte Erscheinungen sind, sie sind also gewöhnlich wohl durch eine Mehrzahl von zum Teil unabhängig vererbbaren Genen zu erklären. Aber es ist, wie schon die Instinkte beweisen, im allgemeinen nicht mehr zu bezweifeln, daß auch normal psychische und psychopathische Veranlagungen vererblich sind. Der Einfluß der psychischen Umgebung ist allerdings vielleicht noch stärker als derjenige der physischen[2]).

Variation.

11. Grundsätzlich kann man mit W. Johannsen unterscheiden zwischen einer Phänovariation (oder Modifikation), d. h. die Variation ohne beeinflußten Genotypus als Ursache und mit fehlender Erblichkeit, Geno-Phänovariation, d. h. genotypisch bedingte Variation, und reiner Genovariation (die unter den gegebenen Verhältnissen keinen phänotypischen Ausschlag ergibt). Beide letzteren sind erblich.

Genotypische Abweichungen (Schädigungen) lassen sich nach meiner Auffassung unter folgendes allgemeines Schema bringen. Die Veränderung kann (wenigstens grundsätzlich anzunehmen) durch die Lebenslage während der Ontogenese oder später während der Individualitätsphase hervorgerufen sein, oder es liegen Neukombinationen der Gene zugrunde (Bastardspaltung). Drittens durch Mutation (Entstehung von erblichen Verschiedenheiten nicht durch Bastardspaltung, sondern aus unbekannten Ursachen). Was endlich die Rückschläge betrifft, so sind sie tatsächlich meist etwas anderes als der Name besagt. Bei den allogamen Organismen wirken meistens Modifikationen und (Neu-) Kombinationen zusammen[3]). Beide Kategorien machen die gewöhnliche („fluktuierende") Variation aus. Beide werden durch die Zufallskurve charakterisiert, so daß z. B. Größenverhältnis eines Organes unter den Nachkommen eines Elternpaares nach dieser Regel über die Natur der Variation nichts aussagt.

Die abgeänderten Umweltbedingungen (Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit) brauchen den fertig entwickelten Organismus im Soma nicht sichtbar, z. B. bezüglich seiner Farbe zu variieren, gleichwohl können die Nachkommen erbliche, auch in der weiteren Nachkommenschaft wieder zutage kommende (Färbungs-) Änderungen aufweisen. (Towers Experimente[4]) mit Leptinotarsa.) Die Reize treffen dabei wohl zunächst vorwiegend das Soma (Haut, Sinnesorgane, es folgen

[1]) Johannsen: l. c. Correns: Die neuen Vererbungsgesetze. 2. Aufl. Berlin 1912. Festschr. zur 84. Vers. deutscher Naturf. in München 1912.

[2]) Vgl. R. Ambros: Arch. f. d. ges. Psychologie. 28. Bd., H. 3. 1913. W. Peters: Fortschr. d. Psychol. u. ihrer Anwendungen, Bd. III, H. 4. 1915. W. Stern: Menschliche Persönlichkeit. Leipzig, Barth, 1918 (von einem ganz anderen Standpunkt).

[3]) Vgl. E. Baur: l. c.

[4]) W. L. Tower: An investigation of evolution in chrysomelid beetles of the genus Leptinotarsa. Washington, published by the Carnegie Institution 1906.

Stoffwechselstörungen im Idioplasma, resp. die innere Sekretion vermittelt). Die Beeinflussung der den geänderten Umweltbedingungen nicht mehr exponierten Filialgenerationen durch Vermittlung der elterlichen Gonaden, heißt (nachhaltige) Präinduktion[1]). Es ist experimentell festgestellt, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen die Eier des Koloradokäfers jeder Einwirkung äußerer Einflüsse unzugänglich sind. Es gibt aber eine „sensible Periode", in der jeder solche Schutz versagt (Reifezeit des Eies unmittelbar vor der Befruchtung). Es liegt nahe, daran zu denken, daß auch Ei- und Samenzelle des Menschen nach der Reifung um die Befruchtungszeit herum, sowie die Zygote besonders angreifbar sind. Die Strecke von der verlassenen Isolierung des reifenden Eies im Eierstock bis zur abermaligen Isolierung im Uterus (Tube) ist in dieser Beziehung wohl besonders gefährlich (Keiminfektion, Keimschädigung ohne den symptomatisch sich ausprägenden Infekt, Einfluß gewisser Gifte, hohes Alter, krankhafter und Schwächezustand der Eltern bei der Zeugung u. a.). Die Isolierung des Idioplasmas durch die Eihüllen ist übrigens durchaus keine absolute. Diejenige in den Gonaden wiederum hält der inneren Sekretion nicht stand.

Wir haben bereits bei früheren Gelegenheiten (vgl. oben S. 47) die rudimentären Organbildungen erwähnt als angenommene Rekapitulationen älterer phylogenetischer Organisationsstufen. Zum Teil handelt es sich hierbei um ontogenetische Durchgangsphasen, welche nicht umgangen und nicht ausgeschaltet werden können[2]), weil sie notwendige Etappen auf dem direkten Weg nach dem Entwicklungsende darstellen (z. B. das Fischstadium des menschlichen Herzens). Halsfisteln, Hypospadie, Kryptorchismus usw. sind keine Spontanatavismen, sondern echte Entwicklungshemmungen (Wegfall von für die normale vollständige Entwicklung nötigen Außen- und Innenbedingungen). Sind solche Monstrositäten erblich, liegt die Ursache im Idioplasma. Sonst außerhalb. Die Begriffe Latenz und Atavismus erfuhren in jüngster Zeit immer stärkere Einschränkungen. Eine Gruppe von Rückschlägen wurde als Hybridatavismus aufgedeckt, der so zu deuten ist, daß jeweils mehrere selbständige Gene gewissen komplexen Eigenschaften zugrunde liegen, und daß die betreffenden Faktoren getrennt in den Sippen mitgeführt werden. Bei Kreuzung und geeigneter Kombination kommt dann der z. B. stammeselterliche Typus zum Wiederaufbau (Taubenblau, Wildfarbe der Nager usw.). A. v. Tschermak[3]) hat jüngst nachgewiesen, daß nach Maßgabe von Versuchen mit Hühnerrassen, Fremdkreuzung nicht bloß als eine Quelle der Bildung neuer Kombinationen ist, sondern auch ausmerzende Bedeutung besitzt (Genasthenie). Die Rolle der reinzüchtenden Befruchtung liegt darin, daß sie die Erbanlagen in voller rassetypischer Valenz erhält, während jede Fremdbefruchtung die einseitig beigebrachten gefährdet. Die Genasthenie kann späteren Atavismus zur Folge haben. Vielleicht ermöglicht sie aber auch, z. B. beim Menschen, ein nachhaltiges Verschwinden von krankhaften Anlagen! Fälle, in welchen Organanlagen von in der Norm bloß vorübergehend embryonalem Charakter ausnahmsweise zu voller Entwicklung im fertigen Organismus gelangen (Halsrippen, Polymastie) erklären sich so, daß im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung entstandene Hemmungseinrichtungen einmal oder erblich ausfallen. Die de Vries-

[1]) Vgl. V. Haecker: Gedächtnis, Vererbung und Pluripotenz. Jena, Fischer, 1914.

[2]) Haecker: l. c.

[3]) A. v. Tschermak: l. c.

schen „degressiven“ Mutationen bezieht Haecker auf latent oder semilatent gewordene Anlagen, die wieder auftreten unter dem Einfluß der Lebenslage (z. B. die durch Milieueinflüsse von Kammerer[1]) wieder zum Vorschein gebrachten, bei anderen Batrachiern normalerweise vorhandenen Brunstschwielen der Geburtshelferkröte). Es gibt immanente Potenzen des Artplasmas, die gelegentlich zum Vorschein kommen, ohne Rücksicht darauf, daß sie bereits einmal historisch bei einem Vorfahr realisiert worden sind (latenter, genereller Querstreifenfaktor der Equiden, den ein Konditionalfaktor aktiviert).

Zusammenfassung.

12. Das Vorstehende kann und will nur, rein referierend, einen Einblick in die wichtigsten Abschnitte der exakten Erblichkeitslehre verschaffen. Der Leser muß unbedingt selbst mit der einschlägigen Literatur näher sich bekannt machen. Man weise nicht etwa hin auf die Grenzen des Mendelschen Spaltungsgesetzes. Man sage nicht, daß das Meiste, was wir über einschlägige Dinge wissen, nicht Mensch und Säugetiere betrifft, sondern aus allen möglichen zoologischen Gebieten oder aus dem Pflanzenreich entnommen ist. Zu einer direkten Beeinflußbarkeit der Nachkommenschaft ist allerdings praktisch noch ein weiter Weg zurückzulegen. Dazu kommen allgemeine grundsätzliche Schwierigkeiten. Richtig ist z. B., daß man bei Pflanzen verschiedener Art öfter durch Kreuzung eine konstante Zwischenform gewinnt, keine Spaltung. Ob das bei Tieren, wo Bastarde zwischen höheren systematischen Einheiten, als etwa Rassen derselben Art, gewöhnlich unfruchtbar sind, überhaupt eine Rolle spielt, steht dahin. Für den Menschen ist jedenfalls die Hauptsache, daß mendelnde Unterschiede hauptsächlich gerade zwischen den niedrigsten systematischen Einheiten bestehen. Jede normale geschlechtliche Fortpflanzung innerhalb unserer Spezies ist eine Kreuzung im Sinne des Mendelismus.

Man wende ferner nicht ein, daß die einschlägigen Verhältnisse beim Menschen in allen Einzelheiten unbekannt sind, und daß sie es aus vielen naheliegenden Gründen noch lange bleiben werden. Wir verdanken immerhin schon jetzt höchst wichtige prinzipielle Aufklärungen auf physiologischem und pathologischem Gebiet dem Mendelismus. Müssen doch gerade wir uns doch auch sonst vielfach auf das Tierexperiment beschränken! Die passende Kombination der Methoden ist geeignet, ganz direkt gerade unsere theoretischen und praktischen Fragestellungen zu fördern.

Inzucht.

So hat uns das Vererbungsexperiment (Kreuzung) grundsätzliche Aufklärung verschafft hinsichtlich der Bedeutung der (Fremd-) Befruchtung. Die Zerealien, Gramineen, Leguminosen pflanzen sich ausschließlich durch Selbstbefruchtung fort. Bei den Wirbeltieren kann nicht ohne Schaden Generationen hindurch Inzucht getrieben werden. Die konstitutionelle Kraft sinkt rasch, die Fruchtbarkeit läßt nach, wenn immer Geschwister gekreuzt werden usw. Die Züchter sprechen deshalb von „Auffrischung“ durch „fremdes Blut“. Von pflanzlichen Bastarden wiederum weiß man, daß sie besser gedeihen und mehr Samen liefern als die Elterrassen. Beweisende Experimente haben Shull und East an Maisarten ausgeführt[2]). Der Mais ist fähig zur Selbst- und zur Fremdbefruchtung. Natürlicherweise auf dem Felde finden wir immer ein Gemenge von Maisarten (bastardiert, heterozygotisch). Selbstbefruchtung ereignet sich bloß bei Isolierung. Die durch Fortsetzung der letzteren gewonnenen

[1]) Kammerer. Archiv f. Entwicklungsmechanik 25., 28. Bd. 1907—1909.
[2]) Shull and East: Americ. Breeders Association IV.

homozygotischen Typen sind z. T. schwächlich, unfruchtbar, ja lebensunfähig; selbst die relativ rüstigsten liefern weniger Körner und bleiben kleiner als die heterozygotischen Individuen. Besonders die Kreuzung zwischen reinen Rassen erweist sich nützlich. Wahrscheinlich wirkt die Ehe zwischen Blutsverwandten ähnlich[1]).

Ebenso wichtig ist die durch den Mendelismus unserem Verständnis näher gerückte Variation durch Neukombination. Bei den allogam sich fortpflanzenden Organismen führt jede Paarung zu einer solchen Kombination mendelnder Faktoren. Die einzelnen Geschwister aus solchen Verbindungen haben deshalb sehr verschiedene Erbformeln und verschiedene erbliche Eigenschaften. Wenigstens bei den Pflanzen gibt es auch bereits eine Kombinationszüchtung[2]). Nach Baur[3]) ist es zweckmäßig, wenn man aus einer Kreuzung zweier Rassen, die eine große Zahl von Neukombinationen in F_2 ergeben, um eine gewünschte Kombination homozygotisch zu erhalten, nicht schon in der F_2-Generation die Individualselektion beginnen zu lassen, sondern erst später, weil sehr rasch die Zahl der Heterozygoten kleiner wird. Die Individualauslese geschieht nach einem bestimmten Schema[4]).

Nach Verschmelzung der beiden Keimzellen ist der Vererbungsakt vollendet. Was hinzukommt ist auf die Lebenslage zu beziehen. Der Arzt muß sich gewöhnen, strenger als bisher die Vererbung biologisch im Sinne des Bisherigen zu definieren. Alles Ererbte ist kongenital, aber durchaus nicht alles Angeborene ererbt.

Natürlich werden nur Krankheitsanlagen, nicht Krankheiten vererbt. Darin stecken noch viele ungelöste Fragen, z. B. ob es eine vererbliche Disposition für Tuberkulose gibt, u. v. a. Der Naturforscher hat es auch hier leichter. Es läßt sich verhältnismäßig einfach nachweisen, daß z. B. die Widerstandsfähigkeit des Weizens gegen Rost (als rezessives Merkmal) mendelt.

Nur einige Bemerkungen seien noch angeschlossen über die Methode der Beurteilung des Mendelschen Vererbungsmodus beim Menschen. Da planmäßige Züchtung der zwei bis drei ersten Bastardgenerationen (Inzucht) hier ausgeschlossen ist, haben Davenport[5]) und Bateson[6]) ein statistisches Verfahren festgelegt, welches die Erblichkeitsverhältnisse nach dem in wenigen Geschlechtern von der Natur direkt dargebotenen Material beurteilt. Dominante Merkmale charakterisieren sich gerade darin, daß bloß Individuen, welche selbst das Merkmal haben, es weiter vererben. Wahrscheinlich unter bestimmten Verhältnissen ist der dominante Charakter eines Merkmals, wenn der eine Elter (oder beide) mit demselben ausgestattet sind, und ebenso ein Teil der ersten Filialgeneration. Ist es nur bei einem Elter von dem einen Großelter her vorhanden und tritt der betreffende Charakter bei etwa der Hälfte der Nachkommen auf, so ist zu vermuten, daß der Elter bezüglich des Merkmals heterozygot ist. Falls beide Eltern je von einem Großelter aus behaftet sind, und die größere Zahl der Kinder das Merkmal aufweisen, hat die Vererbung desselben nach den Mendelregeln stattgefunden. Ist der Charakter an das männliche Geschlecht geknüpft, und sind die männ-

[1]) F. Kraus: Blutsverwandtschaft und Ehe. Senators Krankheit und Ehe. München 1904.
[2]) Vgl. Rilsson-Ehle: Beiträge zur Pflanzenzucht. 3. Heft. 1913.
[3]) E. Baur: l. c.
[4]) E. Baur: l. c., S. 350
[5]) C. B. Davenport: Proceed. Amer. Phil. Soc. Vol. 47. 1908.
G. C. Davenport: Sc. N. S. Vol. 26. 1907. Amer. Nat. 42, 1908. Ibid., Vol. 44, 1910.
[6]) Bateson: l. c.

lichen Nachkommen zur Hälfte damit versehen, darf die Eigenschaft als wahrscheinlich dominant gelten. Kommt dagegen ein Charakter innerhalb einer Familie mehreremale hervor und zwar so, daß es bei nicht behafteten Eltern geschieht, ist er wahrscheinlich rezessiv. Weitere maßgebende Kriterien für rezessive Eigenschaften sind nach Davenport: Rezessive Eltern liefern rezessive Nachkommen, ein rezessiver und ein heterozygoter (dominierender, intermediärer) Elter ergeben 50 Proz. rezessive Kinder, zwei heterozygote Eltern geben 25 Proz. rezessive Nachkommen, ein rezessiver und ein rein dominierender Elter liefern nur dominierende Kinder. Baur[1]) verweist uns für den Menschen, da das Experiment ausgeschlossen ist, an die Stammbaumbeobachtung. Dresel[2]) betont hierzu ganz richtig, daß der Statistik über sämtliche Stammbäume einer Krankheit die Beobachtung jedes einzelnen Stammbaumes vorhergehen müsse, in dem wir die Vererbung einer Krankheit beobachten können.

Mendelregeln und spezielle Pathologie.

13. Eine zusammenfassende Prüfung der Mendelschen Regeln speziell für die Pathologie hat K. Dresel[3]) unternommen. Hinsichtlich der Dominanz eines pathologischen Merkmals geht er von folgenden Gesichtspunkten aus. Er weist mit Recht darauf hin, daß bei Betrachtung eines Familienübels der Erste, bei welchem die Krankheit aufgetreten ist, nur ausnahmsweise sich ermitteln läßt. Selbstverständlich bestimmten die Mendelgesetze bloß die Vererbung bereits vorhandener Merkmale. Dresel geht zunächst auf die Frage ein, ob die Krankheitsanlage in homo- oder heterozygoter Form entsteht? Er nimmt zum Teil wohl begründet an, daß ganz im allgemeinen krankhafte Merkmale nach Art von Mutationen auftreten. „Zufälliges" Zusammentreffen mehrerer Gene wird sie dann wohl hervorrufen, während dieselben einzeln sie nicht realisieren. Daraus ginge hervor, daß das erste kranke Individuum hetero- und homozygot sein kann. Weiterhin diskutiert Dresel die Frage, welche Generation die erste ist, welche in Übereinstimmung mit den Mendelregeln aus der Eltergeneration hervorgegangen sein kann. Natürlich darf erst (bei einem dominierenden Merkmal) das von einem kranken Individuum hervorgebrachte Geschlecht in Betracht gezogen werden. Wenn z. B. eine Krankheit bei mehreren Geschwistern gleichzeitig vorhanden ist, ohne daß die Eltern damit behaftet erscheinen, kann (im Falle der Erblichkeit) der Krankheitsgamet schon in einem Elter „gehemmt" existiert haben, er kann aber auch, nach Dresel wahrscheinlicher, aus bestimmten, für sich unwirksamen Anlagen beider Eltern gebildet sein. Die einschlägigen Zahlenverhältnisse sind nach den Mendelgesetzen nicht bestimmbar.

Die Beobachtung der Stammbäume muß nun bei direkter Vererbung nicht geschlechtsbegrenzter Krankheiten in der Weise geschehen, daß zunächst festgestellt wird, ob die Krankheit sich direkt von Geschlecht zu Geschlecht vererbt, gleicherweise Männer wie Weiber befallend. In diesem Falle ist eine überhaupt den Mendelregeln folgende Krankheit wahrscheinlich dominant. Da im allgemeinen die Kranken bezüglich der Krankheit heterozygot sind, ist das zu erwartende Verhältnis der von einem kranken und einem gesunden Elter abstammenden Kinder zu den gesunden gleich. Bei Vererbung nicht geschlechtsbegrenzter Krankheiten mit Überspringen

[1]) Baur: Med. Klinik, Beihefte 1908, H. 10.
[2]) K. Dresel: Berl. Dissertation., Berlin, Reimer, 1917. Daselbt reiche Literatur.
[3]) K. Dresel: l. c.

ein oder mehrerer Generationen („latente" Vererbung) zeigt die Beobachtung der Stammbäume, daß ein gesund erscheinendes Mitglied doch teilweise kranke Nachkommen hervorbringt. Hier ist anzunehmen, daß der dominierende Gamet durch einen anderen Faktor an der Realisierung gehemmt ist, resp. nur bei Anwesenheit eines anderen Gens sich durchsetzen kann. Sicher ist, daß normale Bildungen gewöhnlich in homozygoter Form in den Keimstoffen vertreten sind. In bezug auf eine pathologische Eigenschaft betont Dresel auch in diesem Zusammenhange die Heterozygotie. Bezeichnet man die Gene für die normale Eigenschaft, deren Anwesenheit zur Entfaltung eines pathologischen Merkmals als nötig angenommen wird, mit A, dasjenige für das gewisse pathologische Merkmal mit B, seine Abwesenheit mit C, so gilt folgende Formel AABC, d. h. B realisiert sich bei Anwesenheit von AA. Kreuzt sich ein solches Individuum mit einem gesunden AACC, so werden die Nachkommen zur Hälfte die Beschaffenheit AABC und zur Hälfte AACC aufweisen. Die Vererbung ist eine direkte, das Verhältnis der Kranken zu den Gesunden 1:1. In seltenen Fällen kann aber auch der äußerlich Gesunde die Konstitution AaCC besitzen (worin a die Abwesenheit des normalen Gens A bezeichnet). Heiratet das pathologische Individuum AABC ein gesundes AACC, so sind die Gameten des Kranken AB AC, die des Gesunden AC ab, und es entstehen Individuen: AABC (krank), AaBb latent, AACC (gesund) und AaCC (gesund). Das Individuum AaBC ist krank, es enthält B, aber es erscheint gesund, weil der Entfaltungsfaktor, die Zygote AA, nicht, sondern nur Aa vorhanden ist. Für diese Hypothese führt Dresel weitere Gründe an. Darnach muß schon in der übersprungenen folgenden Generation die Krankheit mit Wahrscheinlichkeit wieder auftreten. Das Verhältnis der Kranken zu den Gesunden, welche von einem die Krankheit latent in sich tragenden Individuum abstammen, wird ferner nicht 1:1, sondern 1:3 betragen, das Verhältnis der Kranken zu den latent Gesunden und zu den wirklich Gesunden 1:1:2.

Auch zur Erklärung der Vererbungsregeln bei geschlechtsbegrenzten Krankheiten stellt Dresel eine neue Hypothese auf. Er sieht in der gewöhnlichen und in der geschlechtsbegrenzten Vererbung nur die Folgen von verschiedenen Graden der Affinität, welche zwischen den Krankheits- und den Sexualgenen bestehen. Auch die Übertragungsregeln im letzteren Falle sind mit den Mendelgesetzen vereinbar.

Nach Dresel wäre die Mehrzahl der bis jetzt bekannten erblichen Krankheiten auf das Vorhandensein eines dominiert mendelnden Faktors in der Erbanlage des einen Elters zu beziehen. Ist dieser heterozygot in bezug auf die Krankheit, der andere Elter gesund, so ist, nach dem Bisherigen zur Hälfte gesunde, zur Hälfte kranke Nachkommenschaft zu erwarten. Dresel führt, als Beleg, noch die folgende Statistik an:

	Kranke : Gesunde
1. Hautkrankheiten.	
Ceratoma palmare et plantare	110 : 102
Epidermolysis bullosa hered. (einfache Form)	75 : 59
Poroceratosis	18 : 21
Moniletrix	32 : 33
2. Anomalien des Skelettsystems.	
Brachydaktylie	75 : 65
Hyperdaktylie	58 : 60
	368 : 340

	Kranke : Gesunde
Übertrag	368 : 340
Multiple Wachstumsexostosen	29 : 31
Ankylose der Fingergelenke	18 : 16
3. Augenkrankheiten.	
Irideremia	22 : 21
Angeborener Star	112 : 116
Juveniler Star	60 : 56
Einfache Hemeralopie	21 : 23
Kolobom des Nervus opticus	6 : 7
Myopie	21 : 15
Erbliche Ophthalmoplegie	22 : 24
Distichiasis	2 : 3
4. Krankheiten des Nervensystems.	
Spastische Spinalparalyse (manche Formen)	4 : 3
Hereditäre Ataxie (atypische Form)	17 : 19
Chorea hereditaria	25 : 26
Thomsensche Krankheit:	
a) typische Form	16 : 20
b) atypische Form	30 : 33
Familiäre Myoplegie	3 : 4
Hereditärer Tremor	36 : 33
Manisch-depressives Irresein	3 : 3
5. Stoffwechselkrankheiten.	
Diabetes insipidus	22 : 27
Diabetes mellitus	— —
Zystinurie	4 : 3
Kongenitaler familiärer Ikterus	6 : 6
Familiäre Splenomegalie	12 : 17
	859 : 846

Bei all diesen Krankheiten stellt sich das Verhältnis der Kranken zu den Gesunden sehr gut dem theoretisch geforderten von 1 : 1.

Folgende andere Krankheiten scheinen nach Dresel ebenfalls dominant mendelnd zu sein, doch ist der Beweis wegen des Mangels an Stammbäumen vorläufig noch nicht zu führen:

Hautkrankheiten:
- Milroys Krankheit,
- Epheliden,
- Teleangiektasien,
- (Hypotrichosis familiaris cogenita?)

Augenkrankheiten:
- Ptosis und Epikanthus,
- Nystagmus (manche Formen),
- Glaukom.

Geschlechtsbegrenzte Vererbung zeigen folgende Krankheiten:

A. Nassesche Regel (die männlichen Nachkommen kranker Personen zeigen die Krankheit selbst nicht, übertragen sie auch nicht, wohl aber tun letzteres die Töchter kranker Männer):

Hemeralopie + Myopie,
Daltonismus,
neurotische Muskelatrophie.

B. Lossensche Regel (Ausschluß der Konduktoreneigenschaft bei weiblichen Nachkommen kranker Männer):
Hämophile.

Eine Zahl anderer Krankheiten scheint sich rezessiv zu verhalten. Hier kommt es meist zu Heiraten zwischen zwei gesunden Individuen, die beide heterozygot-rezessiv in bezug auf die Krankheit sind, bei denen also unter ihren Kindern ein Verhältnis von 1 : 3 der Kranken zu den Gesunden theoretisch zu fordern ist.

Unter Anwendung der Weinbergschen Methode zur Beseitigung des Fehlers der systematischen Auslese ergibt sich folgende Statistik:

Hautkrankheiten.	Kranke : Gesunde
Xeroderma pigmentosum	32 : 89
(Hypertrichosis familiaris congenita?)	— —
Augenkrankheiten.	
Retinitis pigmentosa (typische Form)	126 : 327
(Totale Farbenblindheit?)	
(Albinismus?)	
Nervenkrankheiten.	
Pseudo-Hypertrophie	14 : 40
Friedreichsche hereditäre Ataxie (typische Form)	38 : 115
Myoklonus-Epilepsie	58 : 173
(Spastische Heredodegenerationen einige Formen?)	
(Dementia praecox?)	
Stoffwechselkrankheiten.	
Alkaptonurie	20 : 59
	288 : 804

Das Verhältnis von 288 : 804 oder 1 : 2,79 nähert sich gut dem theoretisch nach Mendel zu fordernden von 1 : 3[1]).

Genealogie.

14. Die Lehre vom Zusammenhang der Lebewesen infolge von Zeugung der einen und Abstammung der anderen, die Genealogie, interessiert uns, weil sie sich auf den Individualbegriff, im Gegensatz zum Gattungsbegriff, stützt[2]). Um einschlägiges Material zu gewinnen, darf man sich natürlich nicht mit dem gewöhnlichen Stammbaum begnügen. Dieser unterrichtet uns bloß über die Zahl und die Verhältnisse der Nachkommen des aus der Generationsreihe herausgegriffenen Stammelters. Bei geschlechtlicher Fortpflanzung, besonders beim Menschen, wird das nur dadurch möglich gemacht, daß die Abstammung bloß vom Vater her Berücksichtigung findet,

[1]) Weinberg: Deutsches Archiv kl. Med., 78. Bd., 1903. Ztschr. indukt. Abst. Vererb. Lehre. Berlin 1909. Arch. f. Rassen-Ges. Biolog. 1909; ebenda 1912.
Nasse: Von einer erbl. Übertragung zu tötl. Blutungen. Horns Arch. 1820.
Lossen: Dtsch. Ztschr. Chir. 1877; ebenda, 76. Bd., 1905.

[2]) O. Lorenz: Lehrb. d. ges. wissenschaftl. Genealogie usw. Berlin 1898.
R. Sommer: Familienforschung und Vererbungslehre. Leipzig 1907.
Crzellitzer: Ztschr. f. Ethnologie, 41. Bd. 1909.
F. Martius: Konstitution und Vererbung; l. c.
O. Hertwig: Werden der Organismen; l. c.

was nach dem bisherigen unzulässig ist. Der naturwissenschaftliche Tatbestand kann hier nur in einer Weise dargestellt werden, wie er auf Kombination von Stamm- und Ahnentafel beruht (genealogisches Netzwerk.) Die Ahnentafel (geschlechtliche Zeugung) gewährt uns Aufschluß über sämtliche Aszendenzen einer Person. Da jedes Individuum einen väterlichen und einen mütterlichen Elter hat, muß sich in der Reihe der Geschlechter die Zahl der Vorfahren mit jeder weiter entfernten Generation verdoppeln. Das erste Ahnengeschlecht, vom Ausgangspunkt gezählt, beträgt 2, in der zweiten Generation 4, in der dritten 8, in A^4 16, allgemein: $A^x = 2^x$. Auf jedes Jahrhundert drei Geschlechter gezählt, hat ein heute lebender Mensch von drei Jahrhunderten her über 500 Ahnen. Ihre Zahl steigt also rasch ins Ungeheure. Allerdings gibt es einen großen Ahnenverlust infolge von Ehen zwischen (auch nur entfernt) verwandten Personen.

Die Ahnentafel zählt nun aber nicht bloß die Menge der Vorfahren, sondern soll auch deren Qualitäten ermitteln („Ahnenprobe"). Die Genealogen führen die Ahnentafeln nach dem gleichen Schema aus und gebrauchen dieselben Bezeichnungen. In der Folge der Geschlechter bestehen zwischen den einzelnen Individuen zwei Arten von Zusammenhängen, solche durch Abstammung, und solche, welche durch Ehe zwischen den gleichzeitig lebenden Individuen einer Gesellschaft geschlossen werden. Zusammen ergeben diese doppelten Verbindungen ein Netz, eben das „genealogische Netzwerk". Man muß dabei zunächst von Dominanz, Aufspaltung, Kryptomerie, Genasthenie abstrahieren, indem man annimmt, daß im Kinde die beiden elterlichen homologen Eigenschaften sich gleich verhalten. Die Summe der Keimmassen wird gleich 1 gesetzt. Auf sämtliche Kinder fällt dann 1/2 der Keimmasse jedes Elters. Da aber bei der Reifeteilung Chromosomen ausgeschieden werden, so wird, wie wir den einschlägigen Ausführungen H. Przibrams entnehmen[1]), die Kombination nur dann eindeutig sein, wenn jede Eigenschaft bloß in einer Modifikation vorhanden ist. Sind mehrere Kombinationen vorhanden, z. B. deshalb, weil jeder Großelter eine eigene gehabt hat, so wird nach der Ausscheidung in der Reifkeimzelle jedes Elters entweder noch Keimmasse, jegliche Art Chromosomen enthaltend, vorhanden sein oder bloß die des einen Großelters.

Bezeichnen wir die Keimform der Eltern als $G_1G_1G_2G_2$ und $G_3G_3G_4G_4$, so kann noch nach der Reifung

entweder:	G_1G_2 und	entweder:	G_3G_4
oder:	G_2G_1	oder:	G_4G_3
„	G_1G_1	„	G_3G_3
„	G_2G_2	„	G_4G_4 vorhanden sein.

Die Hälfte der Reifezellen (etwa $G_1G_2 = G_2G_1$) wird die vollen Eigenschaften der Eltern ergeben; 1/4 Großväterliche (etwa G_1G_1), 1/4 Großmütterliche (etwa G_2G_2).

Von der ganzen Erbmasse wird also bloß die Hälfte die somatischen Merkmale der Eltern unverändert zu reproduzieren streben, und auf jeden Elter entfällt nur 1/4 im Aussehen der Nachkommenschaft; auf die vier Großeltern käme zusammen die Hälfte im Aussehen der Nachkommenschaft, sofern sie aus lauter gleichen Eigenschaftsträgern bestünde; da jedoch in Wirklichkeit wieder jeder Großelter von zwei

[1]) H. Przibram: Anwendung elementarer Mathematik auf die Biologie. Leipzig, Engelmann, 1908.

verschiedenen (Urgroß-) Eltern abgeleitet ist, so ist nur die Hälfte der Hälfte, also $1/4$ der Erbmasse 1 auf die vier Großeltern und bloß $1/4$ des $1/4$, also $1/16$ jedem einzelnen Großelter ähnliche Nachkommenschaft zu rechnen.

Es entfallen also auf:

die 2 (2^1) Eltern (Generation P_1) von der Erbmasse I . . . . $1/2 = \frac{1}{2^1}$,

einen Elter $1/4$ ($1/2^2$) ähnliche Nachkommen,

die 4 (2^2) Großeltern (P_2) von der Erbmasse I . . . . $1/4 = \frac{1}{2^2}$,

einen Großelter $1/16$ ($1/4^2$) ähnliche Nachkommen,

die 8 (2^3) Urgroßeltern (P^3) von der Erbmasse I . . . . $1/8 = \frac{1}{2^3}$,

die 2^x Ahnen Gen. P_x von der Erbmasse I . . . . $\frac{1}{2^x}$,

einen Ahnen P_x . . . . $1/(2^x)^2$ ähnliche Nachkommen.

Die Bedeutung des Anteils an der Ähnlichkeit der Nachkommen ist, nach Przibram, eine verschiedene, je nach der Trennung der Eigenschaften bei der Kreuzung.

1. Findet überhaupt bloß gleichförmige Verschmelzung statt, so zeigt der Anteil den Grad der Ähnlichkeit jedes Kindes mit den Aszendenten an;

2. findet gar keine Verschmelzung statt, aber werden von jedem Vorfahr die Eigenschaftsmodifikationen auf denselben Nachkommen verliehen, so zeigt der Anteil die Ausdehnung der von den Aszendenten bestimmten Eigenschaften an jedem Kinde an;

3. findet wieder völlige Trennung der Eigenschaftskomplexe statt, so zeigt der Anteil an, wie viele unter den Kindern jedem Aszendenten ähnlich sehen.

Friedenthal[1]) versucht den Begriff der Blutsverwandtschaft (vgl. oben S. 25 u. S. 223) quantitativ zu fassen durch die Menge des gemeinsamen Erbgutes als Maß. Eine Schätzung des letzteren sucht auch er durch die histologischen Vorgänge in den Zellen bei der Fortpflanzung zu begründen. Trotz des großen Massenunterschiedes zwischen Ei und Spermatozoon wird die gleiche Menge Chromatinsubstanz in gleicher Schleifenzahl übertragen. Friedenthal läßt sie deshalb parallel gehen der Masse der Chromatinsubstanz, ihre sichtbare Massenverteilung betrachtet er als Indikator des chemisch unbekannten Erbgutes. Die Masse des letzteren wird als unbekannter Bruchteil der gemeinschaftlichen Chromatinmasse aufzufassen sein. Die Chromatinmasse des Menschen bei der Befruchtung setzt Friedenthal an — nach dem Gewicht eines halben Spermiums — mit etwa der Hälfte von 4 Billionstel Gramm (4×10^{-12}); ebenso viel von der Eizelle hinzugeliefert, betrüge das Gewicht des als Trägersubstanz angenommenen Chromatins somit volle 4 Billionstel Gramm. Die relativen Erbgutmengen berechnet Friedenthal unter der Voraussetzung, daß eine Gemeinsamkeit des Erbgutes von weniger als 1 Prozent zu vernachlässigen ist (d. h. es werden Individuen als nicht mehr verwandt bezeichnet, wenn sie weniger als dieses Quantum Erbgut gemeinsam haben). Begatten sich in diesem Sinne nicht Verwandte, so sind bei gleichmäßiger Teilung der Erbmasse nur deren Kinder als Verwandte ersten Grades zu bezeichnen. Im Grenzfall, der natürlich nie erreicht

[1]) H. Friedenthal: Mitteilung in der Berl. anthropol. Gesellsch. 19, 1916.

werden kann, wäre alles Erbgut von Geschwistern als durchschnittlich identisch anzusehen. Im allerextremsten entgegengesetzten Falle könnte, bei nicht verwandten Eltern, die Menge des gemeinsamen Ergbutes auf Null heruntersinken. Eine völlige Trennung des großelterlichen Erbgutes durch die Chromosomenreduktion beim Menschen erscheint möglich. Im Durchschnitt wird der Ähnlichkeitsgrad der Geschwister weit größer sein als der zwischen irgendwelchen Verwandten, um so mehr, je verschiedener das väterliche Erbgut vom mütterlichen Erbgut gewesen ist. Wir sind mit den Verwandten zweiten Grades, mit denen wir durchschnittlich 50 Proz., also die Hälfte, des Erbgutes gemeinsam haben, unter Umständen näher verwandt als mit den Verwandten ersten Grades, wenn wir nämlich mehr Erbsubstanz mit diesen gemeinsam haben. Der Laie sagt ja wohl: ein Kind sei „ganz die Tante", dagegen unähnlich den Geschwistern oder Eltern. Der Kreis der Verwandten zweiten Grades mit durchschnittlich 50 Proz. gemeinsamen Erbgutes umfaßt Vater, Mutter, Oheim, Muhme, Vetter, Base, Neffe, Nichte, Sohn, Tochter, Halbbruder und Halbschwester, zusammen 24 Verwandte. Verwandte dritten Grades mit durchschnittlich 25 Proz. gemeinsamen Erbgutes gibt es nach Friedenthal 72 verschiedene, die uns also so nahestehen wie unsere Enkelkinder. Die Zahl der verschiedenen Verwandten im xten Verwandtschaftsgrade berechnet sich vom dritten Grade an nach der einfachen Formel $Z = 72 \times 2^{4\,(X-3)}$ (Z = Zahl der verschiedenen Verwandten, X = Verwandtschaftsgrad). Die Menge des durchschnittlichen gemeinsamen Erbgutes beträgt für den Verwandtschaftsgrad X $M = \frac{100}{2^{x-1}}$ (M = Masse des Erbgutes, X = Verwandtshcaftsgrad). Diese letztere Formel kann nach Friedenthal dazu verhelfen, den Grad der Verwandtschaft zweier Lebewesen zu berechnen aus der äußeren Ähnlichkeit. Wir können und dürfen annehmen, daß gleichartiges Verhalten zweier Lebewesen auf das Vorhandensein gemeinsamen Erbgutes zu beziehen ist, wenn es sich um gemeinsame Fermentproduktion handelt. Konvergenzen in diesem Punkte werden nach Friedenthal selten sein und die Gültigkeit und Anwendbarkeit dieser Regel nicht umstoßen können. Stellen wir den Prozentsatz gemeinsamer Eigenschaften zweier Lebewesen fest, so werden wir nach Friedenthal umso näher der Masse gemeinsamen Erbgutes kommen, je mehr Mannigfaltigkeiten verschiedener Kategorie in Betracht gezogen sind. Stimmen alle geprüften Eigenschaften überein, würden annähernd 100 Prozent gemeinsamen Erbgutes angenommen werden dürfen. Wir müssen also, um den Grad der Ähnlichkeit zweier Lebewesen quantitativ zu fassen, angeben, wieviel von je 100 geprüften Merkmalen beiden gemeinsam sind. Es wird nach Friedenthal Sache der Erfahrung sein, die Fragen über die Gemeinsamkeit von Merkmalen so zu stellen, daß die Antwort für die Beurteilung von Erbgutgemeinsamkeit brauchbar ist. Der Verwandtschaftsgrad X berechnet sich aus der Formel $M = \frac{100}{2^{(x-1)}}$, wenn wir die Masse des gemeinsamen Erbgutes gleich dem Prozentsatz an genügend vielen gemeinsamen Merkmalen setzen. $M = \frac{\text{Zahl der gemeinsamen Merkmale} \times 100}{\text{Zahl der geprüften Merkmale}}$. Setzen wir dies in obige Formel für Berechnung des Verwandtschaftsgrades ein, so ergibt sich $X = \frac{\log \cdot 100 - \log M}{\log 2}$. Bei Abwesenheit aller Verwandtenehen sinkt nach Friedenthal die Masse des Erbgutes, welche wir mit unseren Ahnen gemeinsam haben derart rasch, daß wir nach unserer Berechnungsweise unseren direkten Urgroßahn nicht mehr als mit uns verwandt bezeichnen müßten, da wir weniger als

1 Prozent Erbgut durchschnittlich mit ihm gemeinsam haben. Die Erbgutverdünnung oder Blutverdünnung ist so groß, daß wir auch äußerlich keine deutlich erkennbare Ähnlichkeit mehr zu erwarten haben. Wir teilen durchschnittlich Erbgut mit unserem

Vater	50 %	Verwandtschaft	zweiten	Grades	bei Ausschluß aller Verwandtenehen.
Großvater	25 ,,	,,	dritten	,,	
Urgroßvater	12,25 ,,	,,	vierten	,,	
Ahn	6,12 ,,	,,	fünften	,,	
Großahn	3,06 ,,	,,	sechsten	,,	
Urgroßahn	1,53 ,,	,,	siebenten	,,	
Urgroßahn	0,77 ,,	,,	achten	,,	

In 200 Jahren folgen acht Generationen aufeinander, so daß bei Fehlen von Verwandtenehen nach 200 Jahren die Körperform erheblich gewechselt haben würde. Wenn gewisse Familien ihren Typus lange Zeit hindurch bewahren, so weist dies auf die Konvergenz durch erneute Mischung derselben Elemente, welche bei der Bildung des Vorfahren in Betracht kamen.

Die Veränderungen, welche (geschlechtliche Zeugung) das Idioplasma eines Kindes dadurch erfahren hat, daß in seiner Ahnenreihe sich fortgesetzt väterliche und mütterliche Ahnenplasmen verbunden haben, bilden einen besonders wichtigen Gegenstand der Genealogie. Die Zytologie der Befruchtung ist (vgl. oben S. 181) dahin gedeutet worden, daß neben der „Verschmelzung zweier Ahnenplasmen" und der dadurch verursachten „Summation der Erbmasse" ein entgegengesetzter Prozeß mitläuft, welcher die verdoppelte Erbmasse wieder in zwei Hälften zerlegt (Reduktionsteilung). Wie hierzu die für sich feststehende Spaltungsregel (Mendelismus) sich stellt, wurde bereits besprochen.

Weiterhin geht aus der Untersuchung der Bastarde in zweiter bis vierter Generation hervor, daß zwei durch Zeugung verbundene Erbmassen bei ihrer später wieder erfolgenden Trennung wichtige Veränderungen im Zusammenhang erleiden. Diese Veränderungen haben wir verstehen gelernt durch die Annahme einer Zusammensetzung aus relativ selbständigen, sich wechselweise austauschenden Genen. Der Austausch kann teilweise in verschiedener Art erfolgen. Die durch Befruchtung zusammengebrachten Idioplasmen sind somit nach dieser Trennung nicht mehr die gleichen wie vor der Verschmelzung, sondern infolge der artweisen Auswechselung von Genen bald mehr, bald weniger verändert[1]).

Stammtafel, zytologische Forschung und Mendelismus, soweit sie vereinbar, zusammengefaßt, lehren dann wenigstens folgendes. Die in dem genealogischen Netzwerk zum Ausdruck kommenden Zusammenhänge kennzeichnen die Folgen aller Mischungen und Entmischungen durch geschlechtliche Zeugung als von doppelter Art. Erstlich werden umso zahlreichere Varianten durch Neukombination erzeugt, je größer der Unterschied der Idioplasmen bezüglich der Zahl usw. von Erbeinheiten ist. „Die Zahl der kleinen Unterschiede muß zunehmen, so daß fast jedes Individuum vom andern, wie es in der menschlichen Gesellschaft der Fall ist, in unbedeutenden Merkmalen bald mehr bald minder abweicht. Auf der anderen Seite aber müssen größere Unterschiede zwischen den einzelnen Individuen, wenn sie einmal bestanden haben, ebenso notwendig abnehmen und ausgeglichen werden." Die geschlechtliche

[1]) Vgl. O. Hertwig: l. c.

Zeugung bewirkt also in einer Population größere Artgleichheit, wobei geringfügigere Varianten zunehmen („Mischtypus")[1]. Diesen Schlüssen O. Hertwigs steht jedoch bis zu einem gewissen Grade die mit der Festigkeit der Biotypen einer menschlichen Population gemachten Erfahrungen gegenüber (vgl. S. 205).

Rassenfragen in der Konstitutionslehre.

15. Der Arzt wird kaum geneigt sein, gewissen Lehrmeinungen der Rassenhygiene bisher großes Zutrauen zu schenken. Die Möglichkeit des Niederganges noch so hochstehender Rassen und der biologischen Aufzucht einer niedrigeren, bezweifeln wir an sich natürlich nicht. Auch gegen die Fürsorge für Rassehebung („biologische Politik"[2]) haben wir nichts einzuwenden. Der Menschenzahl versagt ebenfalls kein Mediziner das Interesse, wenn auch der individualistische Standpunkt vor allem die Qualität der körperlich und geistig Gesündesten und der Schwachen berücksichtigt. Schallmeyer weist auf zwei treibende Kräfte hin, welche in der Natur automatisch, die erste quantitativ, die zweite qualitativ, die generative Entwicklung besorgen: Geschlechtstrieb und Selektion. Ich selbst halte die Selektionstheorie für durchaus nicht erledigt, aber die Auslese schafft jedenfalls weniger als die Variation durch Neukombination und die Mutation. Die Vererbung erworbener Eigenschaften kann man, wie schon wiederholt betont, bei unbefangener Würdigung des vorliegenden Tatsachenmaterials nicht mehr grundsätzlich in Abrede stellen. Die Lamarckistische Terminologie erfährt dabei allerdings eine Zurückdrängung. Es muß immermehr exakt gezeigt werden, wie Modifikation zustande kommt, welche im Interesse der Rassenerhaltung usw. liegt, und wie sie Bestandteil der Eigenart wird. Die bloß dialektische Gegenüberstellung von Selektionstheorie und der Lehre einer Vererbung erworbener Eigenschaften genügt uns nicht mehr. Die experimentelle Forschung hat uns nicht bloß Tatsachen, sondern auch neue Denkmittel geschenkt. Die klinische Anthropologie hat auch hier andere Wege zu gehen. Dem Geschlechtstrieb und der Selektion (Lebens- und Fruchtbarkeitsauslese), mit denen die Rassehygiene begrifflich in der Hauptsache arbeitet, soll die Kultur entgegenwirken. Je höher die Organisation, desto geringer die Lebensauslese; desto stärker muß dann, um Rasseverschlechterung zu verhüten, die Fruchtbarkeitsauslese wirken. Die Kultureinrichtungen wirken für sich besonders auf die Lebensauslese ein. Wir halten die Zeit noch nicht für solche deduktive Entwicklungen gekommen. Wir trachten Schritt für Schritt Aufschluß zu bekommen, was für das Individuum, wie es konkret in einer Population erscheint, nicht für einen Rassedurchschnittsmenschen, einerseits die genotypische Konstitution und was andererseits die Lebenslage bedeutet. Auch Sozialhygieniker bezweifeln übrigens, daß z. B. Kindersterblichkeit einfach ausschließlich zusammenhängt mit Selektion[3]. Der Mediziner wird manche Anschauungen von Sozialhygienikern z. B. über Primitive und Tuberkulose mit Kopfschütteln lesen. Die „antisozialen" Anlagen sind für uns krankhafte, wie andere solche. „Eugenische" Indikationen für ärztliches Handeln, z. B. für den künstlichen Abortus, müssen wir Ärzte grundsätzlich ablehnen.

Tandler[1]) möchte den klinischen Begriff der Konstitution ganz und gar in der

[1]) O. Hertwig: l. c.

[2]) W. Schallmayer: Weichhardts Ergebnisse II. Berlin 1917.

[3]) Vgl. A. Grotjahn: Soziale Pathologie. 2. Aufl. Berlin 1914.

[1]) J. Tandler: Konstitution und Rassenhygiene. Ztschr. f. angewandte Anatomie und Konstitutionslehre. I. Bd., H. I. Berlin, Springer, 1913.

genotypischen Konstitution aufgehen lassen. Wie Martius[1]) habe jedoch auch ich gegen diese Einschränkung gewisse Bedenken. Das Individuum beginnt mit der Zygote. Vorher kann es sich überhaupt nur um Rassenmerkmale handeln. Es wurde schon gesagt, sämtliche der alternativen Vererbungsweise unterliegenden Charaktere betreffen erbliche Abänderungen, welche innerhalb der Art ohne Veränderung des Bildes der Spezies auftreten und als Mendelartmerkmal bezeichnet werden müssen. Nun urgiert gerade Tandler selbst die scharfen Grenzen zwischen konstitutionellen und Rassenmerkmalen: wo bliebe diese aber, wenn konstitutionelle schon Rassencharaktere sind? Vererbt wird ferner nach dem Früheren nur die spezifische Art der Reaktion auf die Bedingungskonstellation, das Zusammenwirken beider ist untrennbar. Wie könnte man auch klinisch und selbst pathologisch-anatomisch in jedem Einzelfall absolut sicher entscheiden, ob ein in gewissen ontogenetischen Durchgangsphasen typisches Vorkommnis, das sich aber im fertigen Organismus als klinische Anomalie darstellt, wie z. B. eine Halsrippe, auf Hybridatavismus beruht, oder auf echter Entwicklungshemmung. Die fehlende Statistik der direkten Vererbbarkeit kann doch kaum den Ausschlag geben. Ohne Modifikation (Tandler nennt ungefähr dasselbe: Kondition) gibt es endlich überhaupt kein völlig erreichtes Ziel der Entwicklung. Ich erinnere bloß an die große Bedeutung der beiden Rouxschen Wachstumsperioden, deren zweite das Funktionieren voraussetzt. In der Konstitutionslehre kommt es ganz besonders auf das individuelle Moment an. Gerade dieses Individuelle beruhte aber auch nach Tandler auf Kondition. Tandler hat, wie ich glaube, das Trennende durch eine glückliche Anregung selbst beseitigt. Er ist, mit der gebotenen Zurückhaltung, Anhänger der Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften. Da es gerade die Pathologie der inneren Sekretion gewesen ist, welche die prinzipiell entgegenstehenden theoretischen Schwierigkeiten hinweggeräumt hat, können wir Kliniker hierin gern zustimmen. Nur wenige von uns sind starre Anhänger Weismanns. Aber aus vielen Gründen, die zum Teil in diesem Buche weiter ausgeführt werden, können wir davon kaum absehen, daß es, ebenso, wie eine ererbte, eine erworbene individuelle Konstitution gibt. Erstere beruht auf Variation durch Neukombination von mendelnden Faktoren, also von Rassenmerkmalen. Die andere (erworbene) auf ungleicher Modifizierung der Individuen mit gegebener genotypischer Konstitution. Beide sind gruppenweise auseinanderzuhalten, haben aber ein im folgenden näher zu besprechendes Bindeglied, auf welches uns in der Praxis viel ankommt: den einer Umorganisation entsprechenden „physiologischen Zustand".

Organisches Ganzes und Organspezifität. Beziehungen zwischen Genotypus und Reizkomplex.

16. Immer wieder komme ich zurück auf die Notwendigkeit der Herstellung des richtigen Verhältnisses zwischen der originären Ganzheit (der genotypischen Konstitution) des Individuums und dem in der Organspezifizität begründeten Funktionscharakter der Teile.

Wir sind davon ausgegangen, daß die chemische (chemisch-physikalische) Zusammensetzung der Keimzellen (resp. die Struktur des Idioplasmas) ausschlaggebend sein muß für die ganze spätere Beschaffenheit, die Zustands- und Vorgangseigenschaften des Organismus, für dessen Gestalt und sämtliche Funktionen.

Wenden wir uns nunmehr den engeren Beziehungen zu zwischen der genotypischen Grundlage des Organismus, diesem selbst, den äußeren Entwicklungsbe-

[1]) F. Martius: l. c.

dingungen und den der Umwelt entspringenden Reizen. Wir wollen uns dabei die ganze Individualitätsphase unter dem Gesichtspunkte von erblich fixierten oder individuell erworbenen Erregungsdispositionen und von Erregungen selbst vor Augen halten. Wir vereinigen auf diese Weise Wachstum, das Viele ins Zentrum des Lebens stellen, indem wir es auch als von Reizen abhängig betrachten, und funktionelle Erregung, Erregungsausgleich und Hemmung.

Eine große Schwierigkeit liegt darin, daß der Geno- hinter dem Phänotypus einer Population verborgen liegt, während der Funktionscharakter der Körperteile einer direkten Untersuchung mit vielen Methoden offen steht.

Zunächst scheint der (bereits erwähnte) Zwiespalt in der Art, die inneren Ursachen der Entwicklung, welche im Anlagenbestand gegeben sind, beim artgemäßen Ablauf der Ontogenese zu betrachten, wie er in der Weismannschen Keimplasmatheorie und der Rouxschen Mosaiktheorie einerseits und der Biogenesislehre O. Hertwigs, resp. einschlägigen Ideen Nägelis und H. Drieschs[1]) vorliegt, heute nicht unüberbrückbar.

Eine ganze Reihe von Tatsachen legt uns nämlich nahe, daß die Weismann-Rouxschen Gedankengänge in bestimmtem Sinne fruchtbar sind für die Individuationslehre.

Blutsverwandtschaft.

In grundsätzlicher Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Bluttransfusion hat Friedenthal[2]) den experimentell biologischen Nachweis der Blutsverwandtschaft erst auf die globulizide Aktion (Hämolysinreaktion) des Serums und nachher, im Einklang mit den Versuchsergebnissen anderer Forscher auf dem Gebiete der Immunitätslehre, auf die Fällungsreaktion des Serums vorbehandelter Tiere, somit

---

[1]) A. Weismann: Vererbung. Jena 1883. Kontinuität des Keimplasmas. Jena 1885. Allmacht der Naturzüchtung, 1893. Neue Gedanken zur Vererbungsfrage. Jena 1895. Über Germinalselektion, 1896. Vorträge über Deszendenztheorie. 1. Aufl. 1902.

W. Roux: Über das entwicklungsmechanische Vermögen jeder der beiden ersten Furchungszellen des Eies. Verh. anatom. Ges. Wien, 1892. Über die künstliche Hervorbringung halber Embryonen durch Zerstörung einer der beiden ersten Furchungskugeln, sowie über die Postgeneration der fehlenden Körperhälfte. Virchows Archiv CXIV, 1888. Über Mosaikarbeit und neuere Entwicklungshypothesen. Merkel-Bonnets anatom. Hefte, 1893.

O. Hertwig: Grundzüge einer Entwicklungstheorie der Organismen. Jena 1894. Allg. Biologie. 4. Aufl. 1906.

H. Driesch: l. c.

[2]) Landois: Zur Lehre von der Bluttransfusion. Leipzig 1875.

E. Abderhalden: Ztschr. phys. Chemie, 23. Bd. 1897; 25. Bd., 1898.

H. Friedenthal: Über einen exp. Nachweis von Blutverwandtschaft. Arch. f. Anatomie Phys. (phys. Abt.) 1900. Über einen exper. Nachweis von Blutsverwandtschaft, II. Ebenda 1905. Neue Versuche zur Frage nach der Stellung des Menschen im zool. System. Sitzber. d. Berl. Ak. 1902 (Rundschau 1900, XV, 1902, XVIII).

Nuttal: The new biological test for blood in relation to zoological Classification Proc. of Royel Soc. 1899, 1901. Blood Immunity und Blood relation ship, Clay and Sons. London 1904.

F. Hamburger: Arteigenheit und Assimilation. Deuticke, Leipzig u. Wien 1903.

E. Abderhalden: Artenbegriff und Artenkonstanz auf biol. chem. Grundlage. Rundschau, XIX, 1904, Vieweg.

Uhlenhuth und Weidang: Prakt. Anleitung zur Ausführung des biol. Eiweißdifferentierungsverfahrens 1909.

Ehrlich-Morgenroth: Zur Theorie der Lysinwirkung und Über Hamolyse. 2.–4. Mitteilung. Berl. Klin. Wochenschrift 1899, Nr. 1, 2; 1900, Nr. 21, 31; 1901, Nr. 10, 21, 22.

auf die Ähnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung zunächst des Blutes nahe verwandter Tiere begründet. Überall ergab sich: getrennte Familien, getrenntes Blut. Die Reaktion erstreckt sich übrigens auch auf die Gewebe der Organismen. Ebenso konnte auf diesem Wege die Zusammengehörigkeit der verschiedenen Entwicklungsstadien eines und desselben Tieres mit seiner Art, trotz der gestaltlich und sonst so verschiedenen Beschaffenheit (also Blutsverwandtschaft des Embryo mit dem ausgewachsenen Individuum) festgestellt werden.

Die Antigene.

Die Biochemie der Antigene[1]) hat eine Spezifizität ihrer Wirkung nachgewiesen, welche sie bloß mit gewissen fermentativen Prozessen teilen. Die Grundlagen dieser Antigenspezifizität ruht zum Teil auf der Kolloidnatur der Antigene, wesentlich aber auf dem strukturchemischen Aufbau des reagierenden Körpers. Obermayer und Pick[2]) haben gezeigt, daß die Einführung verschiedener chemischer Gruppen entweder (Jodierung, Nitrierung, Diazotierung), die für die (Eiweiß-) Antigene charakteristische und ihnen fest anhaftende Arteigenheit („originäre“ Spezifizität) unter völliger Umprägung des ursprünglichen Charakters zum Verschwinden bringt, oder (Kuppelung mit Diazobenzol) dem Antigen unter Beibehaltung der Artspezifizität entsprechend der durch die eingeführte Gruppe gesetzten Veränderung des Moleküls eine besondere, neue (die „konstitutive“) Spezifizität gibt. Originäre und konstitutive Gruppierung müssen als verschieden angenommen werden. Beide erwähnten substitutiven Reaktionen verlaufen aber im aromatischen Kern, nur an verschiedener Stelle. Die für die Präzipitinreaktion erhobenen Befunde sind auch für den Anaphylaxieversuch als gültig erwiesen[3]). Der künstlich herbeigeführten Änderung der originären und konstitutiven Spezifizität stellt nun als Gegenstück E. P. Pick, z. T. aus der Literatur, eine Reihe von Beispielen originärer und konstitutiver Gruppierung im nativen Zelleiweiß gegenüber[4]). Mit Hilfe der Präzipitinmethode, des Verfahrens der Komplementablenkung und mittels der Anaphylaxie wurde das Zelleiweiß einzelner Organsysteme derselben Spezies voneinander unterschieden. Diese konstitutiven Differenzen stellten sich zunächst bei mehr oder minder erhaltener Intaktheit der Artspezifizität heraus (Differenzierung der Eiweißstoffe des Eiklars und der nukleinartigen Verbindungen des Dotters, Spezifizität der Organextrakte (Preßsäfte) aus Leber, Niere, Milz, Sperma, Plazenta). G. Joannovics[5]) hat z. B. nach zweijähriger Vorbehandlung mit Katzenleberbrei ein spezifisch hepatotoxisches Immuniserum erhalten, das bei Katzen das Bild einer atrophischen Leberzirrhose mit fettiger Degeneration verursachte. Dunbar[6]) wies die von der Artspezifizität unabhängige Organspezifizität der Geschlechtszellen nach: reife Spermatozoen, unbefruchtete laichreife Eier vieler Fische reagieren (Komplementbindungsverfahren) verschieden untereinander und verhalten sich auch different gegenüber dem Fleisch

[1]) Ich folge der Darstellung von E. P. Pick: Sonder-Abdr. Handb. der patho. Mikroorganismen. 2. Aufl. Bd. I. Dort auch die andere einschlägige Literatur.

[2]) Obermayer und E. P. Pick: Wien. klin. Wochenschr. 1903, Nr. 22, 1904, 1906.

[3]) Schittenhelm: Jahresbericht. Ergebn. d. Immunitätsforsch., 6. Bd., 1910; mit Weichhardt: Münch. med. Wochschr., 1910, Nr. 34; 1911, Nr. 16.

[4]) Uhlenhuth und Weidanz: Anleitung zur Ausführung des biologischen Eiweiß-Differenzierungsverfahrens. Jena, Fischer, 1909.

[5]) Joannovics: Wien. kl. Wochenschr. 1909, Nr. 7. Ztschr. f. Immunitätsforschung. Ref., Bd. I, 1909.

[6]) P. W. Dunbar: Ztschr. f. Immunitätsforschung, 4. Bd., 1910; 7. Bd., 1910.

des zugehörigen Fisches. Selbst das Fleischeiweiß von Bachforelle und Flußaal, also nicht naheverwandter Tiere, stehen in der biologischen Reaktion einander näher, als das Eiweiß des eigenen Tieres. Die Entwicklung neuer organspezifischer Eigenschaften betreffend fand Dunbar, daß, nachdem befruchtete und bebrütete Eier (Forelle) tagelang das ursprüngliche spezifische Verhalten der unbefruchteten Zelle bewahrt, zu einer Zeit, wo Blutkörperchen noch gar nicht nachweisbar sind, mittels des Komplementbindungsverfahrens Bluteiweiß, nach einer Reihe von weiteren Tagen Fleischeiweiß nachweisbar wird. Solange noch der große Dottersack am Bauch der ausgeschlüpften Fische vorhanden ist, überwiegt auch die Rogeneiweißreaktion. Mit der Anaphylaxie geprüft, verlaufen alle drei erwähnten Reaktionen unabhängig nebeneinander im sensibilisierten Meerschweinchen; dabei treten die artspezifischen Eigenschaften viel mehr hervor, als die organspezifischen. Auch H. Pfeiffer[1]) fand als organspezifische angesprochene Anaphylaxien nach Vorbehandlung von Meerschweinchen mit Spermatozoeneiweiß, Nierenrindenextrakt, Blut und Serum vom Rind.

Weiterhin findet sich bei Pick eine Zusammenstellung von Versuchen, in welchen artgleiches Zellmaterial für antigene Wirkungen erprobt, also nur die organspezifische Komponente bei Ausschluß der artspezifischen einwirkte. Es zeigte sich, daß das Eiweiß der verschiedenen Organzellen neben der artspezifischen Gruppierung eine organspezifische besitzt, durch welche Antigenwirkungen im artgleichen Organismus in ähnlicher Weise wie im artfremden, verursacht werden können. Nur muß das artgleiche, organspezifische Eiweiß blutfremd sein. Besonders hervorgehoben wird seit Uhlenhuths Untersuchungen die Organspezifizität des Linseneiweißes[2]), welche nach Krusius eine relative insoweit ist, als sich (beim quantitativ abgestuften Anaphylaxieversuch) auch artspezifisch reagierende Bestandteile geltend machen. Diese Artspezifizität gehört jedoch hauptsächlich der Kapsel und den jüngsten Linsenfasern zu. Der sklerosierte Kern ist bloß organspezifisch. Wie wir schon früher gesehen haben, ist gerade hier besonders auffallend mit der Zytomorphose eine biologische Verschiebung der Artreaktion, das Linseneiweiß gewinnt eine gar nicht mehr artspezifische Organspezifizität. Dieser besondere Fall beleuchtet stark die entgegenstehenden Tendenzen der originären (genotypischen) und der Differenzierungsspezifizität. Durch intraokuläre Injektion der eigenen Linse beim Meerschweinchen hat Krusius Sensibilisierung und anaphylaktischen Shock hervorrufen können. Ähnliches beobachteten H. Pfeiffer und Hertle[3]) mit Niereneiweiß. Endlich untersuchte Halpern[4]) die Antikörperbildung gegen Gewebe des eigenen Organismus (Hund, Methode der Komplementablenkung) mit positivem Erfolge (Niere, Leber, Hoden).

Die strenge Unterscheidung von Art- und Organspezifizität ist, aus verschiedenen Gesichtspunkten und ebensowohl in Hinsicht auf die phyletische wie die individuelle Entwicklungsarbeit, etwas Fundamentales. Die Artspezifizität ist zuerst

[1]) H. Pfeiffer: Wien. klin. Wochenschr. 1905, Nr. 24. Ztschr. f. Immunitätsforschg., 8. Bd., 3. H.

[2]) Krusius: Ztschr. für Immunitätsforschg., 5. Bd., 1910. Arch. f. Augenheilkunde, 67. Bd., 1. H. Ergänzungsheft 1910.

[3]) Hertle und Pfeiffer: Für Immunitätsforschg., 10. Bd. 1911.

[4]) Halpern: Ztschr. f. Immunitätsforschg., 11. Bd., 1911.

richtig von E. Hering[1]), weiterhin von O. Hertwig[2]) hervorgehoben worden. Die Organspezifizität geht zurück auf die spezifische Sinnesenergie von Joh. Müller[3]); in dem Sinne, wie er in dieser Abhandlung verallgemeinert benutzt wird, findet sich der Begriff wiederum besonders bei E. Hering[4]), bei Sachs[5]) und bei A. Rollett[6]). Die biologische Chemie und die Immunitätswissenschaft haben ihn weiter ausgebaut.

Die Artspezifizität kommt allen homologen Elementarteilen der Organismen zu. Abgesehen von Geweben und Säften ist sie auch charakteristisch für Molekularkomplexe (Hämoglobine, Eiweißkörper usw.). Furchungskugeln, Embryonalzellen, Keimblätter können, selbst bei nahestehenden Arten, hinsichtlich der Gesamtanlage sowie der Spezialansätze für die künftigen Gewebe sehr verschiedene Bedeutung besitzen, ohne daß sichtbare Unterschiede in der Zellstruktur hervortreten. Allerdings weisen in gewissen Fällen schon die Eizellen strukturelle Eigentümlichkeiten auf, welche maßgebend sind für den Entwicklungsgang der Spezies. Während sonst das Ei eine symmetrische Zelle mit bestimmten Achsen darstellt, tritt in der Eizelle der nach einem Spiraltypus gebauten Schnecken schon eine spiralige Drehung der vom Zentrosom ausgehenden Polstrahlungen auf, links häufig bei links-, rechts häufig bei rechtsgewundenen Schnecken[7]).

Rollett weist auf den erstaunlichen Reichtum in der Entfaltung der Arten gegenüber der kleinen Zahl von homologen Geweben der Metazoen hin. Einer Zusammenstellung von L. v. Graff und von Haberlandt entnimmt er für die Tierspezies, daß Linné

1767	5999	Spezies	(1807 Vertebraten,	4192	Wirbellose) unterschied,
1832 waren bekannt	48870	„	(10114 „	38756	„
1895	200000	„	(40000 „	160000	„ ;

heute dürften bekannt sein 300000 Spezies.

Von Pflanzenspezies unterschied

Plinius wenig mehr als 1000 Arten,
Linné etwa 10000 „
1887 wären ungefähr 200000 Species bekannt.

Zum Vergleich gibt Rollett folgende Übersicht der organischen Elementarteile und der daraus gebildeten Gewebe:

1. Wenig differenzierte Zellen (Leukozyten usw.).
2. Erythrozyten.
3. Elementarteile der Bindesubstanzen:
   a) des Bindegewebes,

---

[1]) E. Hering: Lotos, N. F., V, 1884. Ebenda IX.

[2]) O. Hertwig: Zelle und Gewebe, II, 1889. Allg. Biologie. 10. Aufl. 1912.

[3]) Joh. Müller: Zur vergl. Physiologie des Gesichtssinns. Leipzig 1826. Phantastische Gesichtserscheinungen. Coblenz 1826. Handbuch der Physiologie II, 2. Abt. Coblenz 1838.

[4]) E. Hering: l. c.

[5]) Sachs: Arb. aus bot. Inst. Würzburg II, 1882. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1887.

[6]) A. Rollett: Pflügers Archiv, 74. Bd., 1899. Mitteil. des Vereins d. Ärzte in Steiermark, 39. Jahrg. 1902.

[7]) C. Rabel: Verhandl. der dtsch.-pathologischen Gesellschaft.

b) des Knorpelgewebes,
c) des Knochengewebes,
d) des Zahnbeingewebes.

4. Elementarteile der Muskelgewebe:
   a) der quergestreiften,
   b) der glatten.
5. Elementarteile der Nervengewebe.
6. Elementarteile der Deckgewebe:
   a) der Oberhaut,
   b) der Haare, Stacheln, Federn,
   c) der Nägel, Klauen, Hufe,
   d) der Linse,
   e) des Zahnschmelzes,
   f) der Epithelien,
   g) der Enchyme.

Daß bei immenser Artabänderung die Homologie von kaum hundert für bestimmte Leistungen differenzierten Geweben der Abteilungen und Unterabteilungen dieser sechs Gruppen im chemischen (chemisch-physikalischen), strukturellen und funktionellen Bestand unberührt bleibt, bezeichnet Rollett mit Recht als eine sehr merkwürdige naturwissenschaftliche Tatsache. Er meint, das numerische Mißverhältnis der „idiotropen" Gewebe sei erworben und vererbt in einer phyletischen Periode, wo überhaupt noch eine geringe Verschiedenheit von Arten existierte; in der Vervielfältigung der Gewebe ist dann früher ein Stillstand eingetreten, als in derjenigen der Organe. Die Vervielfältigung der Arten hat aber noch lange Perioden durchlaufen, als letztere schon nicht mehr zahlreicher wurden. Dieser Überlegung wird zustimmen, wer an die Kontinuität des Lebens glaubt, auch wenn man nicht gleich eine „Genealogie der Gewebe" aufstellen will.

Für uns kommt es bloß darauf an, erstlich, daß die Sukzession von Organen und Geweben („Leistungsstrukturen") parallel geht dem Auf-(Ab-)bau entsprechender chemischen Verbindungen („Leistungsmoleküle", resp. Komplexe) geht. Wüßten wir mehr, als es bis jetzt der Fall ist, von letzteren, wären wir auch direkt oder indirekt aufgeklärt hinsichtlich der Herrschaft, welche die Entwicklungsarbeit des Idioplasmas über den Funktionscharakter und die Organspezifizität sich während der ganzen Individualitätsphase vorbehält. Wir bewerten die Konstituenten des Lebendigen, wie schon öfter erwähnt, immer morphologische und chemisch-physikalische Unterschiede festhaltend, durch ihre Beteiligung am Erregungsprozeß. Dann ist zweitens für uns wesentlich, daß jenes betonte Mißverhältnis kein Hindernis für eine sehr weitgehende individuelle Variation, speziell auch des Menschen, ist. Die genotypisch verschieden angelegte Koppelung der Vitalreihen, für welche die Gewebe und Organe, bzw. deren physikalisch-chemischen Substrate als Grundkage dienen, die Modifikationen derselben durch die Lebenslage sind weitgehend genug, daß das „Durchschnitts"exemplar der Art in den Hintergrund treten muß.

Wenigstens erwähnt sei Boveris Vermutung[1]), daß die Unterschiede zwischen den Zellen der verschiedenen Gewebe ihren Grund haben in gewissen Verschieden-

[1]) Th. Boveri: Frage der Entstehung maligner Tumoren. Jena, Fischer, 1914.

heiten des Chromatinbestandes. Da die Chromosomenzahl die gleiche ist, wäre dies so zu verstehen, daß in jedem Gewebe gewisse Chromosomenteile besonders erstarken, die in einem anderen in den Hintergrund treten. Tatsächlich gibt es Verschiedenheiten der Größen- und Formverhältnisse der Chromosomen in den differenzierten Geweben (Boveri weist besonders hin auf gewisse Askaris-Arten).

Das Individuum.

Die konstitutive Gruppierung ist es auch, welche, wie wir bereits sahen und noch sehen werden (vgl. oben S. 44) bereits der Frage näherzutreten gestattet, ob die geringeren Unterschiede, welche die Individuen derselben Art aufweisen, ebenfalls ihre letzte Ursache haben in chemischen, serologisch prüfbaren Faktoren.

Es hat sich zunächst herausgestellt, daß die Erythrozyten der Menschen mit paroxysmaler Hämoglubinurie in vitro gegen Abkühlung nicht empfindlicher sind, als die normaler Individuen. Sie verhalten sich aber genau wie rote Blutkörperchen, die durch einen hämolytischen Ambozeptor sensibilisiert worden sind. Im Serum dieser Menschen ist ein Hämolysin komplexer Natur vorhanden, welches sowohl auf die eigenen wie auf fremde Erythrozyten einwirkt, aber unter bestimmten Temperaturbedingungen. Der Ambozeptor wird nur bei niedriger Temperatur aus dem Patientenserum an die Blutkörperchen gebunden; um die Komplementwirkung in Erscheinung zu bringen, muß wieder erwärmt werden[1]). Solche gegen die eigenen Erythrozyten gerichteten Hämolysine (Autohämolysine) sind sonst bisher nicht nachgewiesen. Dagegen haben Ehrlich und Morgenroth[2]) gefunden, daß bei einem Ziegenbock, dem größere Mengen gelösten Ziegenblutes eingespritzt wurden, ein Isolysin wirksam wurde, welches gegen die eigenen roten Blutzellen des Versuchstieres nicht wirkte, jedoch die Erythrozyten anderer Ziegen auflöste. Darin liegt ein bestimmter Beweis für die Verschiedenheit des Blutes der verschiedenen Individuen der einzelnen Arten. Auch das menschliche Serum kann Isolysine enthalten.

Unabhängig voneinander haben ferner Landsteiner[3]) und Shattock die Isoagglutinine der menschlichen Erythrozyten entdeckt. Anfangs betrachtete man dieses Phänomen als etwas Pathologisches. Landsteiner fand aber die bemerkenswerte Tatsache, daß alle menschlichen Blute in drei scharf definierbare Gruppen geteilt werden können, je nach dem Verhalten der Interagglutination. Zu den erwähnten drei Gruppen kam dann noch eine vierte hinzu. Das Serum der Gruppe I besitzt das Vermögen, die roten Blutzellen der Individuen aller anderen Gruppen zu agglutinieren, mit Ausnahme derjenigen von I selbst, welche zum Teil von keinem menschlichen Serum agglutiniert werden (50 Prozent aller untersuchten Personen). Das Serum der Gruppe II kann die roten Blutzellen der Individuen von Gruppe III und IV agglutinieren, aber weder Gruppe II noch Gruppe I. Die Zellen von Gruppe II werden agglutiniert bloß von I und III. Die Gruppe III ist reziprok zu II. Die zugehörigen Sera agglutinieren die roten Zellen von Personen der Gruppen II und IV. Die eigenen Erythrozyten werden agglutiniert durch die Sera der Gruppe II und IV und von I. Die Gruppe IV, zu welcher wenig Individuen gehören, ist gekennzeichnet durch Agglutinationsvermögen für menschliche Erythrozyten, während die eigenen

[1]) Landsteiner-Donath: Münchner med. Wochenschr. 1904.

[2]) Ehrlich-Morgenroth: Berl. klin. Wochenschr. 1900, Nr. 21.
Weichardt: Hyg. Rundschau 1903.

[3]) Landsteiner: l. c. (S. 39).

Zellen agglutinabel sind durch die Sera aller übrigen Gruppen[1]. Diese Gruppen sind nicht bloß individuell permanent, sondern auch erblich. Ottenberg und Epstein[2]) konnten nachweisen, daß diese Vererbung den Mendelschen Regeln folgt. Dungern und Hirschfeld[3]) haben dies bestätigt auf Grund einer Untersuchung an 72 Familien. Es stand zu erwarten, daß die Isoagglutionation eine Gefahr sein müsse für die Transfusion, die man bisher ohne Serumproben ausgeführt hat[4]). Schultz machte intravenöse Injektionen in zehn Fällen (5—250 cm³ defibrinierten Blutes). Im ersten Falle war das Serum des Patienten agglutinierend und hämolysierend für die Erythrozyten des Spenders. Nach Infusion von 50 cm³ folgte Kollaps, Erbrechen, Durchfall, Fieber, Ödem des Gesichts und der Hände. In einem anderen Falle stellten sich, allerdings ohne Agglutination, ähnliche Erscheinungen ein. In einem dritten Falle fand sich gegenseitige Agglutination, keine Hämolyse. Schultz schloß, daß das agglutinierende Blut keine absolute Gegenindikation für die Transfusion ist. Ottenberg fand, daß, wenn es zu intravaskulärer Agglutination kommt, ernste Symptome und selbst Tod eintreten können. Meist ist das Ereignis nicht gefährlich. Es ist besser, einen Blutspender zu benutzen, dessen Serum agglutinierend ist für die roten Zellen des Patienten, als umgekehrt. Vor der Transfusion sollten entsprechende Proben gemacht werden. Die agglutinablen Erythrozyten werden im Blut des Patienten von Phagozyten aufgenommen. Gruppierte Isoagglutination kommt nicht bloß dem Menschen zu. Man begegnet ihr auch in den Bluten z. B. von Kaninchen und Ochsen. Bei Hunden kann man Isoagglutination und Isohämolyse beobachten[5]), letztere nie ohne erstere. Im Organismus ist die Hämolyse intensiver als in vitro. Starke Intoxikation kann die Folge sein. Ein in gewissem Betracht der Anaemia perniciosa ähnliches Blutbild soll zu den Folgen einer Auflösung von Blut derselben Art in den Gefäßen eines anderen Tieres gehören; dabei ist aber gar keine eigentliche Anämie vorhanden. Wichtig ist, zu betonen, daß diese Isoagglutination des menschlichen Blutes nicht etwa geknüpft ist an Abweichungen der molekularen Konzentration.

Man hat daran gedacht, daß die spezifische Fällungs- und Agglutinationsreaktion, resp. die Immunkörper überhaupt in Beziehung stehen zu Spaltungsprodukten von Kernstoffen[6]). Die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Reaktionsverlaufes speziell der Präzipitinreaktion gelten nämlich in gleicher Weise z. B. für diejenige zwischen Eiweiß und elektropositivem (basischem) Histon. Nach dem augenblicklichen Standpunkt unserer Kenntnisse sind chemische Bausteine des Zellkerns die einzigen bekannten Verbindungen, welche jene physikalisch-chemischen Eigenschaften besitzen, die bei den Präzipitinen beobachtet sind. Die Existenzfähigkeit der Immunstoffe im Serum, ohne daß dessen Eiweißkörper gefällt werden, ist von Friedemann und Friedenthal auf den Gehalt der Präzipitine an Bestandteilen bezogen worden,

[1]) Vgl. Reuben Ottenberg: Studies on isoagglutination. Journ. of exp. Medecine, Vol. XIII, Nr. 4, 1911, Nr. 5 ibid.

[2]) Ottenberg-Epstein: Tr. of the New York Pathol. Soc., 1908, VIII.

[3]) Dungern-Hirschfeld: l. c.

[4]) W. Schultz: Berl. klin. Wochenschr. 1910.

[5]) Ottenberg-Kaliski-Friedmann: Journ. of medic. Research, 28. Bd., 1913.

[6]) Neisser und Friedemann: Münch. Med. Wochschr. 1909, Nr. 11.

M. Friedemann und H. Friedenthal: Ztschr. f. exp. Pathologie und Therapie, III, 1906.

welche ihren elektrischen Charakter (Positivität der histonähnlichen Spaltprodukte) verdecken. Teilweise würde die Spezifizität auf dem Zusammenhang zwischen diesen hemmenden Stoffen und den Antigenen beruhen. Verschiedene Analogien hat man auch angeführt als bestehend zwischen den Fällungsreaktionen und den fermentativ gedeuteten Vorgängen der Blut- und Labgerinnung. Die — bisher stark hypothetische — Annäherung der Fermente gleichfalls an die chemische Klasse der Nukleoproteide kann hier höchstens angedeutet werden.

Die Fermente. Die Fermente haben aber unzweifelhaft anderweitige tatsächliche Beziehungen von höchster Wichtigkeit zu unserem Gegenstand.

Während der Ontogenese und in der ganzen Individualitätsphase überhaupt stellt die für jede Art spezifische Kombination von Fermenten[1]) nicht bloß das Hauptmittel dar, bestehende chemische Gleichgewichte zu stören, es bildet auch das ausschlaggebende artspezifische und arterhaltende Merkmal und ist, weil die Enzyme unentbehrlich sind für die Bildung der Wachstumsbausteine, maßgebend für alle individuelle Entwicklung.

Die Artkonstanz[2]) wird dadurch ermöglicht, daß jede Spezies von Organismen mit Hilfe ihrer Fermente das Material der Nährstoffe (artfremde Zellen) ihrer Eigenart anpaßt, also ab- und umbaut. Zunächst stellt die enterale Verdauung weitgehendst aufgespaltene, nicht mehr an die einstige spezifische chemische Struktur gemahnende Produkte aus zusammengesetzten artfremden Verbindungen her. In der Darmwand oder jenseits derselben erfolgt dann erst jener Umbau zu arteigenen Stoffen. Auch parenteral, resp. intravenös eingeführte artfremde Verbindungen werden, solange normale Verhältnisse herrschen, wiederum unter Intervention von Fermenten nicht in die Säftemasse übernommen, bzw. unverändert im Blute geduldet. Unter pathologischen Bedingungen, z. B. in den verschiedenen Infekten, kreist allerdings art- und blutfremdes Material. Das Plasma selbst ist es, welches unter solchen Umständen Fermente, resp. Antikörper führt, die normalerweise darin fehlen.

Aber auch noch jenseits der Zirkulation bedient sich der Organismus zur Beseitigung körperfremden (körperfremd gewordenen) Materials der Fermente (gewisse Metamorphosen in den Formen verschiedener Tierarten, Rückbildung des graviden menschlichen Uterus, „Lösung" der Pneumonie, Autolyse).

Endlich vermitteln ebenfalls Fermentreaktionen noch den Ab- und Umbau im Blute vorhandener Stoffe, welcher die differenzierten Körperzellen in den Stand setzt,

---

[1]) Hofmeister: l. c.
C. Oppenheimer: Fermente. II. Aufl. Leipzig, Vogel, 1903.
J. Reynolds Green: Enzyme. Deutsch von W. Windisch. Berlin, Parey, 1901.
J. Effront: Les catalysateurs biochemiques. Paris 1914.
W. M. Bayliss: Wesen der Enzymwirkung. Deutsch von K. Schorr. Dresden, Steinkopf, 1910.
Abderhalden: l. c.
Höber: l. c.
F. Czapek: l. c.

[2]) H. Huppert: Über die Erhaltung der Arteigenschaften. Prag, Koch, 1896.
Hamburger: Arteigenheit und Assimilation. Leipzig u. Wien, Deuticke, 1903.
E. Abderhalden: Bedeutung der Verdauung für den Zellstoffwechsel. Vortrag. Wien 1911. (Ztschr. d. österr. Ingen. u. Architekten-Ver. 1911, Nr. 11.) Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. Berlin, Springer, 1912. Abwehrfermente. 4. Aufl. Berlin, Springer, 1914.

Verbindungen herzustellen, die als „Bausteine" eingeführt werden in deren eigene organspezifische Struktur und darin den Funktionscharakter vermitteln, z. T. als Reservematerial dienen, als Energiequellen verbraucht oder zur Sekretbildung benützt werden usw. So werden diese Gebilde mit verschiedenen ganz spezifischen Materialien versehen. Die differenzierten Körperzellen bewahren chemisch den Artcharakter. Daneben aber sind in ihnen zelleigene Produkte entstanden, welche für andere Gewebe und für das Blut „fremd" sind.

Es ist also der chemische Bau, auf welchen Art- und Organspezifizität, Art- und Funktionscharakter, arteigene, zelleigene, blutfremde Stoffe hinweisen.

Ebenso wie jeglicher Veränderung der Blutzusammensetzung vom Darm (der Leber) her in gewissen Grenzen vorgebeugt ist, indem die Darmdigestion nichts in den Kreislauf läßt, was nicht dem Allgemeinstoffwechsel der Art entspricht, wird auch jeder von den organspezifischen Zellen her drohenden Invasion durch eine Reihe von chemischen Vorkehrungen begegnet. In der Norm verlassen nicht Verbindungen die Zellen nach dem Blute hin, welche noch ausgesprochenen Funktionscharakter besitzen; sie sind jeweils durch Fermente soweit abgebaut, daß zelleigene blutfremde Stoffe für gewöhnlich in der Säftemasse sich nicht finden. Gelangen der Organspezifizität nicht entkleidete Zellbestandteile, resp. Zellen selbst unter abnormen Bedingungen doch dahin, ich verweise z. B. auf die Chorionzotten in den ersten Graviditätsmonaten, werden auch gegen sie Fermente mobilisiert und das Blut von ihnen befreit.

Man sieht, Immunitätswissenschaft und Biochemie begegnen sich in grundsätzlich übereinstimmenden Ergebnissen. Absichtlich habe ich es vermieden, zuweit mich vorzuwagen in die vorliegenden Einzeluntersuchungen und in die einschlägigen Kontroversen der allerletzten Jahre. Ist der Erfolg des speziell auf chemischer Seite besonders von Abderhalden unternommenen Vorstoßes in ein großes, schwieriges Forschungsgebiet noch praktisch vielleicht nicht völlig abzusehen, darf man doch schon jetzt bestimmt annehmen, daß die Fermente der differenzierten Zellen Unterschiede in der Wirkung aufweisen. Das ist es, worin sich die Organspezifizität offensichtlich bekundet. Als Beispiel möchte ich bloß die Beobachtung[1]) heranziehen, daß die einzelnen Fermente verschiedener Herkunft (Hefe-, Leber-, Pankreaspreßsaft) ein bestimmtes Substrat (das Tripeptid Glyzyl-d-Alanyl-l-leuzin) nicht immer in der gleichen Art abbauen, sondern die erste Lostrennung von Aminosäuren an verschiedenen Stellen bewirken können.

Sowohl die von der Immunitätswissenschaft aufgedeckte Organspezifizität wie der biochemisch nachweisliche Gehalt der differenzierten Zellarten an verschiedenen, bestimmten Substraten angepaßten Fermenten, die notwendige abermalige Entspezifizierung der gewebefremden artspezifischen Verbindungen des inneren Mediums zu nichtsspezifischen Spaltprodukten, von deren endgültiger Umgruppierung zu hoch zusammengesetzten spezifischen Zellstoffen mit organspezifischer Leistung, wie endlich die einseitige Gewebskultur sprechen doch für eine viel weitergehende Autonomie der Teile des Lebewesens, als die Hertwigsche Biogenesistheorie vielleicht vermuten ließe. Die Sonderung des Keimes in Einzelzellen während der Individualitätsphase führt, ganz abgesehen vom Flächengewinn, zu einer der konstanten einförmigen Ganzheit, deren Ausdruck die Artspezifizität, deren Repräsentant der

[1]) Abderhalden und Fodor: Ztschr. f. physiol. Chemie, 81. Bd., 1912.

Genotypus und das innere Medium sind, im Sinne einer organischen Plastizitätstendenz gegenüberstehenden Abweichung nach chemischen Bestandteilen, Struktur und Leistung der differenzierten Elemente, welche für deren Eigenleben im Rahmen des Gemeinlebens viel bedeutungsvoller ist, als das morphologische Zellschema[1]). Die stärkste Ausprägung des autonomen Lebens der Teile des Organismus finden wir in der Gewebskultur.

Mag sonach der Organspezifizität auch eine alternative Verteilung der Erbeinheiten (des Kerns) nach dem Wortlaut von Weismanns Lehre nicht zugrunde liegen, muß das dargelegte Autonomieprinzip doch auch schon auf die typische Entwicklung des Tierleibes bezogen werden. Der Genotypus teilt sich äqual, so daß allen Gewebselementen des Organismus die Arteigenheit, d. h. eben das Ganze inhäriert. In diesem Sinne verstehe ich auch die Gesamtkonstitution, mag sie ererbt sein, oder einen veränderten physiologischen Zustand des Protoplasten, erworben in der Individutalitätsphase, bedeuten. Das Eiplasma hingegen, mit den verschiedenen sog. organbildenden Substanzen, wird ungleich aufgeteilt und dies ergibt die Grundlage der Organspezifizität[2]).

Stoffwechsel und Entwicklung (Wachstum).

Wenn wir, unserer funktionellen Betrachtungsweise entsprechend, nun zunächst die allgemeinste Form der Wechselbeziehung von Organismus in dessen originärer Ganzheit und Umwelt ins Auge fassen, finden wir uns vor allem vor die beiden großen vitalen Prozesse: Stoffwechsel und Entwicklung gestellt. Lassen sich diese beiden für uns unter denselben Gesichtspunkt bringen? Der Sprachgebrauch trennt sie, wie ich glaube, nicht zum Vorteil des Gegenstandes, scharf. Zellteilung, Wachstum, Differenzierung, Verjüngung durch Geschlechtsvereinigung, Rückbildung, Tod, Variation, dies alles läßt sich als Faktor der Sicherung und Korrektur ansehen gegenüber Unvollkommenheiten des Stoffwechsels[3]), sie müßten demnach ein sehr allgemeines Organisationsprinzip darstellen. Die Organentwicklung durch funktionelle Reize zeigt, daß Steigerung der Ernährung allein nicht als eigentliche Ursache des Wachstums gelten kann, dagegen findet Wachstum proportional der geleisteten Arbeit statt. Es ließe sich ein primitives Lebewesen ausdenken, das bei unerschöpflicher — homogener — Nahrungsaufnahme, weil das Volum schneller wächst als die der Alimentation und Aeration zugängliche Oberfläche, sich mechanisch teilt. Die Nahrungszufuhr ginge direkt in Teilung über, nicht in Stoffwechsel. Auf Grund sich komplizierender innerer Organisation hinzutretender Stoffwechsel verlängert dann das individuelle Dasein des Lebewesens ohne sofortige Teilung; die sich ergebende Notwendigkeit letzterer wird durch Ausscheidungen aufgehalten. Aber auch dann kommt die aufgenommene Nahrung nicht restlos zum Ausdruck in Leistung der lebendigen Substanz plus Ausscheidungsprodukten. Auch bei fortgesetztem Funktionieren brauchten beide Seiten der Gleichung keinen wechselnden Wert aufzuweisen. In Wirklichkeit resultiert Anwuchs (funktionelle Hypertrophie). Auch Zellteilung ist keine einfache Funktion bloß des Nahrungszuflusses. Es gibt sogar nekrobiotische Proliferationsprozesse. Selbst beim „funktionellen" Wachstum läge es ebenfalls nahe, an Schädigungen zu denken, welche beim Stoffwechsel interkurrieren. Überhaupt konnte man vielleicht den ganzen

[1]) E. Hering: l. c. A. v. Tschermak: Führende Ideen in der Physiologie der Gegenwart. Münch. med. Wochenschrift 1913, Nr. 42.

[2]) Vgl. C. Herbst: Entwicklungsmechanik, Entwiklungsphysiologie. Handwörterbuch der Naturw. l. c.

[3]) Vgl. C. F. Jickeli: Unvollkommenheiten des Stoffwechsels. Berlin, Friedländer, 1902.

Lebensprozeß mit Jickeli als eine Kette solcher anzusehen. Schon Wiesner[1]) hatte angenommen, es werden Zellwucherungen dadurch ausgelöst, daß bestimmte chemische oder protoplasmatisch-organisierte Substanzen, die aus dem absterbenden Gewebe in die überlebenden übergehen, einen formativen Reiz ausüben. Oder man könnte sich auch eine doppelte Sicherung vorstellen, welche den Organismus ebensowie unter besonders günstigen, wie unter schlechten Lebensbedingungen Zellteilung usw. ermöglicht. Direkter Ausgleich entspräche der Anpassung; indirekter (im Sinne von H. Spencer[2])) fiele mit Variation zusammen. Das verbindende Glied zwischenbeiden Sicherungen würde vielleicht auch hier die Kernplasmarelation von R. Hertwig darstellen.

Der sich entwickelnde Organismus kann wenigstens durchaus nicht von der Lebenslage, bzw. von äußeren und inneren Lebensbedingungen, isoliert gedacht werden, die Faktoren des Mediums sind erfahrungsgemäß zu keiner Zeit ausgeschlossen vom Entwicklungsgeschehen[3]). Im Entwicklungs- und Organisationsprozeß sind die äußeren Faktoren als ebenso notwendig anzusehen wie die inneren. Erstere werden vor allem repräsentiert durch chemische Stoffe, sodann durch Sauerstoff, Wärme, Licht, Schwerkraft, Zug u. a. Gekennzeichnet durch das Beiwort „realisierend" sind sie vielfach auch experimentell analysierbar. Der Phänotypus ist nach wiederholten Auseinandersetzungen bloß das Ergebnis der ererbten spezifischen Art der Reaktion auf die jeweilige Verbindung von Außenbedingungen. Nach Maßgabe der letzteren fällt das realisierte Artexemplar auch bei identischer genotypischer Konstitution sehr verschieden aus. Viele Entwicklung und Wachstum betreffende Fragen sind nur biochemisch lösbar. Während des letzteren ändert der Körper nachweislich direkt seine chemische Zusammensetzung. Mittelbar weist die Differenz von Einnahmen und Ausgaben im Stoffwechselversuch, z. B. bez. der Purinstoffe und des Eiweißes, den Ansatz im Körper nach. Man kann geradezu von chemischer Entwicklung sprechen, da z. B. im Säugerembryo das Auftreten gewisser fermentativer Funktionen zur bestimmten Zeit ausschlaggebend wird für alles weitere Geschehen. Gewisse Verbindungen, wiederum die Eiweißkörper, bewahren in der ganzen Individualitätsphase eine besondere Rolle als Ansatzstoffe, während andere ausschließlich der Dynamogenese dienen. Jeder keimende Samen beweist ferner, daß Entwicklung im allgemeinen mit Wärmeentbindung einhergeht. Der wachsende Organismus leistet in mehrfacher Richtung Arbeit. Wachstum ist nicht bloß Assimilation fertig gelieferter Bausteine, es bedeutet nicht einfach positive Stoffwechselbilanz. Wenn auch die Wachstumstendenz starke Neigung, selbst spärlich in der Nahrung enthaltende Eiweiß- und Mineralsubstanz anzusetzen, hervorruft, wenn z. B. der Säugling bis 75 Prozent des in der Muttermilch zugeführten Eiweißes zum Aufbau verwendet, ist doch, auf gleiche Körperoberfläche berechnet, der Stoffverbrauch jugendlicher menschlicher Individuen größer als bei Erwachsenen.

Auch ist das Wachstum direkt Reizen unterworfen (vgl. o. S. 111). Virchow hat nutritive, formative und funktionelle Reize unterschieden. Hinsichtlich formbildender Reize nahm er ausdrücklich an, es handle sich um solche, auf welche die Zellen nicht

[1]) J. Wiesner: Elementarstruktur und Wachstum der lebendigen Substanz. 1892.

[2]) H. Spencer: Prinzipien der Biol. I; l. c.

[3]) Vgl. ganz besonders C. Herbst: Entwicklungsmechanik, Entwicklungsphysiologie l. c. F. Czapek: l. c.

vorbereitet (nicht eingestellt) seien, sondern um solche, welche fremdartig, schädigender Natur wären. Wie Verworn, der nur dissimilatorische Reize gelten läßt und die Entwicklung der Reizung scharf gegenüberstellt, haben auch Weigert und Ribbert in der Pathologie bloß funktionelle Reize zugelassen. Weigert nahm in den entwickelten Zellen wenigstens latent eine „bioplastische" Energie an, welche aber bloß durch die Zellfunktion selbst zu aktivieren sei. Die funktionellen Reize beseitigen vorhandene Wachstumshemmungen. Das ist eine etwas andere Betrachtungsweise als die biologisch vielleicht besser fundierte von Roux. Weigert glaubte allerdings, der Fortfall der Widerstände sei durch Gewebsdefekte hervorgebracht, der Defekt löse eine darüber hinausgehende überkompensierende Wucherung aus; dies gleiche die Abweichung wieder aus. Weigert hat dabei auch solche Schädigungen ins Auge gefaßt, die keine gröbere Zerstörung herbeiführen. Höchst bemerkenswert ist, daß die morphogenetische Überproduktion, die sich direkt experimentell bei Restitutionen, besonders unter gewissen Bedingungen (unvollständige Abtrennung eines Körperteiles,) nachweisen läßt, ihre vollständige Analogie findet in gewiß mit dem Stoffwechsel zusammenhängenden Prozessen (Anpassung der Fermentproduktion an die Ernährungsweise, den Immunisierungsprozeß). Ribbert sieht im Funktionieren den adäquaten Wachstumsreiz. v. Hansemann betont ebenfalls das Wegfallen von Widerständen beim Wachstum, die den formatinen Reizen entgegenstanden. Das Fehlen der normalen Abnutzung, nicht ein darniederliegender Gesamtstoffwechsel, verhindere z. B. im Winterschlaf die Zellteilung in den Regenerationsschichten der Haut usw.

Die heutige Physiologie der Formbildung faßt dieses Problem aus einem, wie ich glaube, überragenden Standpunkte auf. Ohne innere Bildungskomponenten zu leugnen, denkt sie sich den Wachstumsvorgang, wie schon wiederholt betont, durchaus nicht einfach als rezeptiive Hinzufügung bestimmter Mengen von angebotenem neuem, dem alten gleichartigen Material in bestimmter Zeit. Nach meiner Meinung, die sich mit derjenigen Friedenthals deckt, findet dabei, im Einklang mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, fortwährend zunächst ein Materialverbrauch statt, und zwar nicht bloß für begleitende Vorgänge und für den Aufbau der differenzierten paraplasmatischen Teile, sondern auch für das Wachsen des Protoplasten in seiner Arteigenheit. Die Entwicklungsarbeit besteht in der Herstellung, nicht bloß in einer Anfügung von Wachstumsbausteinen, die physiologische Regeneration läuft dabei stets noch mit. Wachstum ist immer das Ergebnis zweier Vorgänge, einer Verkleinerung und einer Vergrößerung der lebendigen Substanz, erstere wird durch letztere überkompensiert[1]). Man muß unterscheiden zwischen spezifischer Wachstumsgeschwindigkeit (der Überschuß an Wachstumsmenge) und dem Formgleichgewicht (vgl. S. 141), d. h. der Zunahme in den verschiedenen Wachstumsrichtungen. Entfernt man an einem Tier, wohlgemerkt einem wachstumsfähigen, diesen oder jenen Körperteil, so kann eine Steigerung eintreten in der Wachstumsgeschwindigkeit nach der Richtung des wiederwachsenden Teils. Die Regenerationsgeschwindigkeit ist nach Przibram eine Beschleunigung der spezifischen Wachstumsgeschwindigkeit, welche in

[1]) Vgl. H. Przibram: Physiologie der Formbildung; l. c. C. Herbst: Entwicklungsmechanik, Entwicklungsphysiologie, Handwörterbuch der Naturwissensch. III, 1913 und Formative Reize in der tier. Ontogenese. Leipzig 1901.

dem Maße abnimmt, als das Regenerat sich der Norm nähert. Regeneration gibt es, wie Przibram gezeigt hat, nur da, wo ohnedies fortdauerndes Wachstum und Differenzierungsvermögen besteht. Der Überschuß für die Beschleunigung kann nur darauf zurückgeführt werden, daß das gesamte, in einer bestimmten Richtung gespeicherte Material an bereits bestehenden Teilen zum Aufbau benützt wird. Das Häutungsintervall z. B. wird verkürzt durch die Entfernung von Teilen. Auch die Frage, warum an Verletzungsstellen gerade die entfernten Gebilde wieder restituiert werden, ist auf Grund der Vorstellung eines gestörten Gleichgewichts zu beantworten. Weigert und Ribbert verlegten den Angriffspunkt der zur Wucherung führenden Vorgänge außerhalb der ins Wachstum übergehenden Zellen, sie hatten Zerstörung anderer Zellen, bzw. Aufhebung besonderer Nachbarschaftsbeziehungen ins Auge gefaßt; in dieser Einseitigkeit liegt das Irrtümliche. Es kann (im Sinne von Virchow) gar nicht daran gezweifelt werden, daß Zellen direkt durch Reize zum Wachstum (Vermehrung) gebracht werden können. Aber es müßte dem II. Hauptsatz zuwiderlaufen, wenn ein „negativer" (ektropischer) Prozeß möglich wäre, ohne daß er von einem entropischen (positiven) im Sinne von Clausius) mindestens gleicher Stärke begleitet wäre, und es würde dem allgemein vorfindlichen Doppelsinn des Lebens widersprechen, wenn Weigert und Ribbert nicht darin Recht hätten, daß ohne Zerstörung, resp., was auf dasselbe hinauskommt, ohne chemischen Ab-, Um- und Aufbau lebender Substanz eine Formbildung (eine Formwechselerscheinung) im funktionellen Sinn unmöglich ist. Dafür lassen sich schlagende morphologische und biologische Beispiele normaler und pathologischer vegetativer Vorgänge aufweisen. Ich erinnere an die einschlägigen Versuche von J. Loeb, Fr. Reinke, H. H. Meyers, Straubs[1]). Loeb zeigte, wie wir sahen, daß durch das Eindringen der Samenzelle ins Ei eine aus Lipoiden bestehende Außenschicht gelöst und damit der Entwicklungsprozeß angeregt wird. Reinke brachte Salamanderlarven im Hungerzustand in eine wässerige Ätherlösung und erzielte dadurch starke Zellteilung im Gehirn mit atypischer Entwicklung und geschwulstförmiger Ausbildung. Wir meinen (vgl. oben S. 110), daß die Lipoide zur Protoplasmakonstitution gehören. Aber die Untersuchungen Petrys[2]) in meinem Laboratorium zeigen auch, daß in wachsenden Geschwülsten noch ein Abbau von Eiweißkörpern sich findet. Wachstumsreize wären keine Reize, wenn Dissimilationen beim Wachstum gar nicht in Betracht kämen, denn rein assimilativ wirkende Reize gibt es in der Tat nicht. Wenn Virchow das Inadaequate des Wachstumsreizes betont, worin ihm die obigen Beispiele Recht zu geben scheinen, so verweise ich demgegenüber auf die wichtigen vegetativen Reize, welche gerade das Formgleichgewicht neben der spezifischen Wachstumsgeschwindigkeit beherrschen und auf die Hormone.

Die energetische Betrachtung, etwa im Sinne von Rubner, welche alle Leistungen vitaler Systeme in der Umwandlung der mit Nahrung und Energie aufgenommenen Stoffe in andere Energieformen, bzw. in besonderen Funktionen erblickt, kann nutritive, formative und funktionelle Reize unter denselben Gesichtspunkt bringen, um so mehr, als die Beziehungen zwischen dem Energieumsatz in Form von Aufbau lebender Substanz und zwischen dem gleichzeitigen Kraftwechsel

[1]) J. Loeb: Wesen der formativen Reizung. Berlin 1909. F. Reinke: Arch. f. Entw.-Mech., 23. u. 26. Bd. Meyer: Münch. med. Wochenschr. 1909. Straub: Gift und Organismus. Freiburg 1908.

[2]) Petry: Zeitschr. für physiolog. Chemie. 27. Bd., 1899. Hofmeisters Beiträge. 2. Bd., 1902.

beim Abbau sich dem Kalkül unterwerfen, bzw. bei jeder Spezies ein Optimum aufweisen[1]). Die energetische Betrachtung, die uns eine Seite des Lebens weist, schließt natürlich andere Standpunkte nicht aus. Unsere eigene Darstellung versucht ihrerseits die Reize in zwei Gruppen: nutritive und formative zusammengenommen, und andererseits funktionelle im engeren Sinn (als gewöhnlich der Dynamogenese dienende dissimilatorische Reize) zu teilen.

Die direkt nachgewiesene Abhängigkeit der Entwicklungs- und Wachstumsgeschwindigkeit von der Temperatur[2]), welche im Hinblick auf den Chemismus der Enzyme zu erwarten war, bringt ebenfalls Reiz, Stoffwechsel und Entwicklungsarbeit einander besonders nahe. Im fertigen Organismus dauert aber diese letztere fort (Mauserung, Ersatz der Blutzellen bei Gallebildung und Infektionen, Häutung, Epidermisabschilferung, Nägel, Nervende- und Regeneration, Knochenumbau, Zellsekretion, Sperma-, Eizellbildung, Regenerationen, Wundheilung, schwangerer Uterus, Fruchtwachstum, Milchabsonderung, Erstarkung der Muskulatur bei Arbeit, Fleischmast). Gewisse Zellgruppen erhalten sich die ganze Individualitätsphase hindurch ihre Teilungsfähigkeit. Trotz des Einspruchs namhafter Physiologen scheint mir somit die gestellte Frage, ob Entwicklung und Stoffwechsel formal unter demselben Gesichtspunkt zu behandeln sind, nicht zu verneinen.

Reiz und Nahrung.

Wenn wir die Wechselwirkung von Organismus und Welt (Reizkomplexen) biologisch durch die Unterscheidung von chemisch physikalischem Reiz und vitalem Reizeffekt erfassen und Erregung, Erregungsausgleich und Hemmung in den Mittelpunkt unserer Betrachtung stellen, so sehen wir im letzteren keine bloße Umsetzung der im Reiz zugeführten Energie. Er entspricht auch nicht bloß einem katalytischen Prozeß, sondern, wie bereits hervorgehoben, einer „Auslösungs"wirkung. Da müssen wir zunächst weiterfragen, wie verhalten sich Reiz- und Nähreffekt zueinander? (Vgl. S. 139.) Wiederum könnte man a priori geneigt sein, den letzteren lediglich in der Beschaffung von Ersatzmaterial begründet zu denken.

Jeder Reiz bedingt nun aber erfahrungsgemäß eine Geschwindigkeitsänderung der Lebensvorgänge, welche, im entwickelten Organismus, am zweckmäßigsten gleichfalls methodisch unter dem Symbol des Stoffwechsels dargestellt werden: Der „Ruhestoffwechsel" wird in den „Reizstoffwechsel" übergeführt[3]). Nun wollen allerdings Viele die Nahrungsstoffe nur als (äußere) Lebensbedingung gelten lassen, etwa wie Sauerstoff, Wasser, Temperatur, Licht. Eine scharfe Grenze oder gar einen Gegensatz zwischen Reiz und Lebensbedingung vermöchte jedoch ich selbst nicht zu finden. Höchstens daß — im Sinne von E. Hering — unter letzterer mehr das Stetige verstanden wird für das Auf und Ab im dynamischen Gleichgewicht der lebendigen Substanz, wonach also ein „tonischer" Reiz zur Lebensbedingung wird. Aber überhaupt in den Organismus eingeführte Verbindungen geben — mehr ja noch bei der Pflanze als beim Tier — Anlaß zu vermehrter Geschwindigkeit des vitalen Prozesses, gerade so, wie der Reiz laut Definition überhaupt. Bei der Pflanze sehen wir derartige Reizererfolge, welche je nach Qualität und Konzentration der aufgenom-

[1]) M. Rubner: Verh. d. Ges. dtsch. Naturforscher und Ärzte. 1909.

[2]) Vgl. O. Hertwig: l. c.

[3]) Vgl. E. Hering: Lotos. N. F. IX. Bd., S. 35.

M. Verworn: Erregung und Lähmung. Jena, Fischer, 1914.

F. Czapek: Biochemie der Pflanzen. 2. Aufl. I. Jena, Fischer, 1913.

menen Stoffe, auf Geschwindigkeitserhöhung oder Hemmung der Lebensvorgänge (Erregung und Lähmung) hinauslaufen. Und auch für den tierischen Organismus bilden chemische Reize im engeren Sinn und Nahrungsstoffe zum mindesten eine kontinuierliche Reihe. Man denke nur an den kindlichen Organismus, für welchen die Nahrungsstoffe des Erwachsenen im prägnanten Sinne toxisch wirken können. Der Intermediärstoffwechsel erzeugt überdies beständig neue eigentliche Reizstoffe (Hormone usw.). Schon die bloße enterale Nahrungszufuhr, besonders von Eiweiß in reichlicher, den Bedarf überschreitender Menge, noch mehr parenterale Einverleibung steigern (bei Ausschaltung der chemischen Wärmeregulation durch entsprechende Umgebungstemperatur) den Stoffumsatz, allerdings in verschiedenem Maße je nach Art der Nahrung und am stärksten im unmittelbaren Anschluß an die Mahlzeiten. Die Ursache dieser Erhöhung liegt nicht bloß in der Kau- und Darmarbeit, sondern auch in den molekularen chemischen Umlagerungen bei der Resorption, bei der weiteren chemischen Vorarbeitung (Um- und Aufbau) in den Geweben usw., wobei ein Teil der potentiellen Energie verloren geht. Bei jeder den Bedarf übersteigender Nahrungszufuhr z. B. setzt, wie schon Rubner[1]) nachgewiesen, neben Eiweißanlagerung eine stetige Erhöhung der Energieproduktion ein, welche beim erzielten N-Gleichgewicht ihr Maximum erreicht. Aus der bei der Eiweißspaltung entstehenden Wärme und der eventuellen Zunahme des Körpergewichts ist diese Erhöhung nicht vollständig erklärbar. Zunahme der Atmungsfrequenz, stärkere Durchblutung der Haut, vermehrte Eigentemperatur verweisen vielmehr direkt auf einen Reizzustand, auf größere „innere" Arbeit. Ältere Methoden der Entfettungskur beweisen, daß überreichliche Eiweißzufuhr auch Fett in den Mehrumsatz hineinreißt. In bestimmtem Betracht gehen also auch Nähr- und Reizeffekt parallel.

Hält man sich an die formalen Ähnlichkeiten, ohne verfrühte Schlüsse auf das Wesen der Dinge zu ziehen, kann man auch noch andere speziell pathologisch wichtige Dinge, z. B. Assimilation und Giftwirkung, resp. Giftgewöhnung, Giftresistenz und Entgiftung, Allergie und Immunität als Extreme im Erregungszustande der synthetischen Serien des Stoffwechsels einbeziehen. Praktische Unterschiede ergeben sich für den reizphysiologischen Standpunkt aus den verschiedenen Graden von Spezifizität der Wirkung und Gegenwirkung.

Wichtiger als jene scharfe begriffliche Trennung von Reiz und Entwicklung, Reiz und Nähreffekt, also Entwicklung und Stoffwechsel, scheint, wenigstens für unsere Zwecke, eine ganz andere Unterscheidung zu sein.

Entwicklungsarbeit und Dynamogenese.

Wenn wir selbst Erregung und Hemmung in den Vordergrund stellen, könnte sich Jemand auch vor allem an das Wachstum halten, welches ebenfalls im Zentrum des Lebensvorganges steht. Man möchte sagen, alles gehe aus dem Wachstum hervor. Ein allgemeinstes Prinzip des Lebensprozesses ist in der Tat die fortwährende Umwandlung, der beständige Auf- und Abbau der organischen Substanz. Auch was wir mikroskopisch in gleichförmiger Ruhe sehen (Dauerstrukturen), ist davon nicht ausgenommen. Nur wenn man die Eiweißnatur des Lebendigen zu sehr in den Vordergrund stellt (die Abnutzungsquote desselben im „fertigen" Organismus macht bloß 4 Prozent des gesamten Energieumsatzes aus), kann man diese Auffassung unzutreffend finden. Übrigens ist auch die Energieaufnahme im Verhältnis zum Gesamt-

[1]) M. Rubner: Gesetze des Energieverbrauchs. 1902.

energiegehalt der lebendigen Substanz (wenigstens des Warmblüters) nicht sehr groß. Aber die Entwicklungsarbeit ist jedenfalls nicht bloß der Urquell, sondern auch der Jungbrunnen des Lebens. Die Pflanze wächst dorthin, wohin sich das Tier bewegt. Rubner[1]) zwang Hefezellen ohne Wachstum zu leben. „Man kann ihnen dieselbe Nahrung bieten, mit der sie sonst wachsen könnten, kommen sie aber nicht zur Vermehrung, so altern sie und gehen in wenigen Tagen zugrunde." In concreto handelt es sich bei dem erwähnten Auf und Ab nie ausschließlich um eine Aktion chemischer Affinität, um eine Aktion von Körpern in Lösung, sondern immer auch um „Form", mindestens um die Struktur des großen kolloiden Moleküls (Adsorption) und wohl noch um anderes.

Die Nahrung liefert Reserven und Bausteine. Letztere werden aus ersteren durch Spaltung hervorgearbeitet. Schon die Umprägung zur Artspezifizität erfordert Spaltung und Synthese. Am meisten kommt es auf die Bausteine an. Der Organismus lebt ganz und gar von und mit Bausteinen. Nicht einmal die Reserven brauchen immer in gerader Linie herzustammen von gleichen oder ähnlichen chemischen Verbindungen. Ein Bindeglied zwischen den verschiedenen Nahrungsmolekülen sind z. B. die Kohlehydrate. Diese können aus Eiweiß und wohl auch aus Fett, wenigstens aus Glyzerin, hervorgehen und sind selbst wieder Material für die Entstehung von Fett und (unter N-aufnahme) für gewisse Aminosäuren (Eiweißbausteine[2])). Die adäquate Art und Weise der Zusammenfügung und Aufschließung der Bausteine macht gerade das chemische Leben jeder Spezies aus.

Reserven und Bausteine sind das Material einerseits der artplasmatischen Entwicklungsarbeit und andererseits der Dynamogenese, welche beiden ich im Sinne des Nachstehenden möglichst konsequent auseinandergehalten wissen möchte. Gemeinsam bleibt beiden, der Entwicklung (dem Wachstum) und den dissimilatorischen Reizeffekten, daß sie unter den Begriff der Erregung und unter die energetische Betrachtung fallen.

Mit der Bezeichnung Entwicklungsarbeit sei hier zusammengefaßt die Aufrechterhaltung der Arbeitsbereitschaft des Organismus durch Aufstapelung von Reserven, Wiederherstellung des Gemauserten, des chemisch Verbrauchten und Abgehungerten, der eigentliche Ansatz bei Wachstum und Differenzierung, die funktionelle Organzunahme und die Regeneration. Wiederersatz und Ansatz stelle ich bewußt nebeneinander, weil Rekonstruktion auch schon in den frühesten Stadien der Individualitätsphase nicht fehlt, weil Wachstum auch im fertigen Körper nie völlig aufhört und weil Abnutzung, Wiederersatz und Entwicklung im engeren Sinn oft sichtbarlich dieselben zelligen und höheren Strukturen betrifft.

Geht man zurück auf niedrige Stufen des Lebens, erkennt man den Zusammenhang zwischen Rückbildung (Untergang) von Zellen bei den normalen vitalen Prozessen und der Verjüngung der Elemente und der Gewebe. Der Untergang von Teilen in Geweben und Organen ist eine ständige und unentbehrliche Einrichtung. Als Beispiel diene die Haut der höheren Wirbeltiere mit ihrer Mauserung und der starken Produktion von Zellenmaterial (periodisches Abwerfen bei den Reptilien,

---

[1]) Vgl. F. Hofmeister: Kohlehydratstoffwechsel in der Leber. Berlin u. Wien, Urban und Schwarzenberg, 1913.

[2]) Vgl. F. Tangl: Pflügers Arch., 93. Bd.

H. Przibram: Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme. Leipzig 1908.

Erneuerung des Federkleides der Vögel). Abnutzung und Wiederersatz von Zellen erfolgt aber auch in vielen Körperteilen insensibel (besonders in Drüsensystemen, z. B. den Haarbälgen, Milchdrüse, Erythrozyten). Gegenüber diesem Zugrundegehen von Zellen während des ganzen Lebens verweist Korschelt[1]) auf analoge Verluste während der Entwicklung, z. B. besonders bei der „Metamorphose" gewisser Tiere. Die Überführung der Larve (Raupen, Maden) in die endgültige Form (Schmetterlinge, Fliegen) vollzieht sich unter Umarbeitung erheblicher Teile des Körpers. Die Organe für Ernährung, Orientierung und Bewegung werden besonders stark verändert. Ein beträchtlicher Teil der Larvenorgane wird (durch chemischen Zerfall, Auflösung, Leukozytenimmigration) zerstört und dadurch stoffliches Material (Bausteine) und Raum geschaffen (Beispiel des Froschlarvenschwanzes, noch umfangreichere Rückbildung bei Nemertinen und Echinodermen). Mit Recht legt Korschelt gerade auf die Absterbeerscheinungen während der fortschreitenden Ontogenese das größte Gewicht. Depression, Regeneration, Verjüngung, gehört bei niedrigen Organismen zusammen. Auch im Metazoenkörper (z. B. bei Planarien) setzt die (weitgehende) Regeneration eine Verflüssigung, Ab-, Um- und Aufbau vorhandenen differenziert-zelligen Materials voraus, es entstehen „embryonale" Bildungen aus allen Teilen. Bei den höheren Tieren sind analoge Prozesse natürlich nicht so sinnenfällig. Trotzdem gehören, wie Korschelt mit Recht hervorhebt, auch bei ihnen Rückbildungs-, Entdifferenzierungs-, Umbildungs- und Neubildungsvorgänge, welche da ebenfalls eine größere Rolle spielen, als man glaubt, zusammen. Bedeutungsvoll gerade für unseren speziellen Gegenstand sind ferner die bei ungünstigen äußeren Umständen eintretenden Reduktionen an den Stöcken von Hydroidpolypen, welche später wiederum neuen Aufschwung erfahren können durch Hervorsprießen neuer Köpfchen. Ähnliche Vereinfachung der Organisation mit Einschmelzung von Zellmaterial und Wiederverjüngung unter Bildung von Körpern, die schließlich bloß aus gleichartigen Zellen bestehen und Wiederherstellung eines neuen Tieres vermitteln, erfahren auch Spongien. Es existiert nach diesen Beispielen geradezu eine Umkehr des „Lebensprozesses". Bei den Säugern besteht wenigstens das Zentralnervensystem ursprünglich aus einem Überschuß von Zellen, von denen viele während der Ontogenese einer Selektion verfallen.

Wenn alle Rekonstruktion in den fortgeschritten differenzierten höheren metazoischen Organismen höchstens lebendige Substanz mit speziellem Funktioncharakter erzeugt, nicht „echte" individuelle Nachkommen, liegt dies an der schon früher besprochenen Rückwirkung (vgl. oben S. 168) der Organspezifizität auf das Idioplasma. Wachstum durch Teilung und durch Restitution (Ersatz) sind selbst sehr weitgehend als differenzierte Funktion zu betrachten, die Zellteilung steht — als Überführung von Plasmakolloiden aus dem Sol- in den Gelzustand — der kontraktilen Bewegung nahe. R. Hertwigs wohlbegründete Annahme, daß auf einer bestimmten Stufe des Lebens (Protisten) Wachstum nicht einfach in jeder Beziehung eine Verdoppelung der Organmasse bewirke, sondern zunächst die Kernplasmaspannung, einen Teilungs-„tonus", kennen wir ja schon (vgl. oben S. 149). Viele Infusorien teilen sich gerade unter dem Einfluß des Hungers, wobei ja der Kern ebenfalls hyperchromatisch wird. Stets muß man ferner im Auge behalten, daß bei den höher organisierten Protozoen (z. B. den Paramaecien), welche einen differenzierten Geschlechts- und einen (vegetati-

[1]) E. Korschelt: Lebensdauer, Altern, Tod. Jena, Fischer, 1917.

ven) Somakern besitzen, wenn durch Hunger sichtbarlich die Fermentkörnchen, die Nahrungsprodukte geschwunden, das Entoplasma reduziert und blasig geworden ist, die Trichozysten resorbiert sind, die kontraktile Vakuole und die ganze Körperform kleiner geworden, das Zilienkleid dünner erscheint, der Makronukleus in dem Verbrauch unterliegender Bruchstücke zerfällt: schließlich, bei nachträglicher Reorganisation infolge entsprechender Fütterung, es der Geschlechtskern ist, welcher alles, eingeschlossen den vegetativen Groß-(Soma-)Kern wiederherstellt[1]. Einzelne Infusorien (z. B. Stylonichia, Stentor) werfen periodisch Wimperkleid, Mundapparat, Flagellen ab, ohne eigentliche Teilung und regenerieren sie wieder. Bei anderen wieder kombinieren sich solche Renovationsprozesse mit der Teilung[2].

Geht man auf das Leben im großen ganzen, besonders auch mit Einschluß des pflanzlichen, ein, ist schon die Herstellung der Kohlenstoffketten in Eiweiß, Kohlehydraten, Fett, der Nukleinderivate mit der kolloidalen Phosphorsäure als Hauptkette Ergebnis synthetischer Entwicklungsarbeit (vgl. oben S. 124[3]). Selbst der tierische Organismus vermag aus sehr einfachem Material die hochkompliziertesten Verbindungen aufzubauen, z. B. Glykogen in der Leber aus Äthan- und Propanabkömmlingen, vielleicht sogar aus Formaldehyd. Auch abgesehen von dem riesigen Experimentum naturae mit dem oxydativen Leben der Wirbeltiere einer- und dem fermentativen von anaeroben Bakterien und Hefen (Spaltgährung) andererseits, abgesehen ferner von der Möglichkeit einer Doppelexistenz, welche, wie wir schon gesehen haben (vgl. oben S. 58), z. B. Mukorineen, je nach Vorhandensein oder Fehlen von Sauerstoff, führen können, als verzweigte Hyphen und als Hefen mit Knospenwachstum und Gärvermögen, entbehrt die Unterscheidung von Entwicklungsarbeit und Dynamogenese keineswegs völlig der direkten exakten Begründung. Ich verweise nur darauf, daß z. B. durch Erwärmung gewisse Seiten des Lebens, wie Gift und Sporenbildung der Bakterien, getrennt sich ausschalten lassen, ich erinnere weiterhin an die Wirkung verschiedener Gifte auf die Alkoholhefen. Bei diesen letzteren läßt sich Trennung vornehmen zwischen Vermehrungsenergie und Alkoholproduktion. So schwächen verdünnte Fluoridlösungen mit steigender Konzentration in zunehmendem Maße die Sprossung der Hefe, ohne die Alkoholgärung zu hemmen. Viele Hefestimulantien, welche sonst als Enzymgifte wirken, veranlassen die Hefe zu einer (regulatorischen) Mehrerzeugung von Enzym. Das Wasserstoff-Ion (freie Säure) wirkt intensiv auf die Gärung, die Lebensfähigkeit der Hefe wird erst durch stärkere Konzentrationen gehemmt. Schimmelpilze gewinnen durch Vermittlung von Sublimat und arseniger Säure als Reizstoffe bei relativ kleinerem Zuckerverbrauch größere Körpergewichtszunahmen. Über chemische Reizwirkungen, welche die CO_2-Assimilation der Pflanzen (auch nur vorübergehend) steigern würden, ist allerdings bisher wenig bekannt[1]. Die Narkotika (flüchtige Kohlen-

[1]) Kasanzeff: In.-Diss. Zürich, Merkwalder, 1901.
Wallengren: Ztschr. f. allg. Physiologie I. 1901.
[2]) v. Provazek: Physiologie der Einzelligen. Leipzig u. Berlin 1910.
[3]) H. Friedenthal: l. c.
[1]) Effront: Mon. scient. (4) 19. 1905.
E. Kaiser und H. Marchand: C. R. 145, 1907. Ebenda 155, 1912.
C. Wehmer: Ztschr. f. Spiritusindustrie 24, Nr. 14 (1902).
N. Ono: Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokio 13, 1900. Zentrbl. Bakteriol. II, 1902.
F. Czapek: Biochemie der Pflanzen. 2. Aufl. I. Jena, Fischer, 1913.

wasserstoffe, Halogenderivate, Äthyläther, einwertige Alkohole, gewisse Aldehydabkömmlinge), welche bei Tieren Reflexlosigkeit hervorrufen, bewirken bei Pflanzen vorübergehend analoge Hemmungserscheinungen. In geringerer Konzentration stimulieren sie die Entwicklung[1]). Hier ist eine noch weitergehende Sonderung möglich, die Enzyme werden eventuell gar nicht geschädigt, sehr leicht hingegen das Artplasma (der lebende Protoplast[2])).

Der Entwicklungsarbeit in dem hier gemeinten Sinn, kann man, sowohl hinsichtlich der stofflichen Angliederungen, wie des Abbaues der lebendigen Substanz, folgende gemeinsame Kriterien unterlegen: Es handelt sich durchaus um chemische Reaktionen unter Beteiligung der Ionen des Wassers, H und OH (Abgabe und Aufnahme[3])). Geknüpft sind die hierhergehörigen Vorgänge an die Anwesenheit von Fermenten oder von fermentartig wirksamen Gruppen, welche, dem Idioplasma anhaftend, zu gewissen Zeiten an bestimmten Orten in Aktion treten, resp. außer Funktion gestellt werden. O_2-Aufnahme ist, etwa von den Oxydasen abgesehen, hier nicht charakteristisch. Daß die Folgeerscheinungen der Gegenwart der Erbeinheiten (Gene) mit den durch Fermente hervorgerufenen Wirkungen vergleichbar sind, resp. daß ihre Tätigkeit in der Bildung bestimmter Substanzen zu bestehen scheint, welche in der Art von Fermenten wirken, ist schon früher, in Übereinstimmung mit den Ideen Batesons[4]) erwähnt worden. Eine deutlichere Form der Umrisse, die wir in Struktur und Eigenschaften des Idioplasmas mit einer Auffassung des Genotypus als etwas wie eine systematische Fermentkombination mit ihrem zugehörigen Substrat zu sehen vermöchten, ergibt sich aus Rubners Untersuchungen der Fermentfrage am Beispiel der Alkoholgärung. Bis in die jüngste Zeit (1897) hatte man geglaubt, daß die Spaltungsgärungen nicht wie die Hydrolysen durch isolierbare Enzyme, sondern schlechthin durch lebendiges Protoplasma verursacht seien. E. Buchner[5]) hat hingegen in der Zymase ein freies Enzym der Alkoholgärung gefunden. Rubner[6]) stellte nun die Menge des vergorenen Zuckers fest und bestimmte die entwickelte Wärme. Er fand, daß die Hefe überhaupt keine andere Wärme bildet, als sich aus der Zuckerzerlegung ableiten läßt (der ganze Zuckerverlust ist auf die Gärung, nicht auch, zum Teil, auf den Ansatz bezogen worden, die Gärung als rein alkoholische genommen). Gegen Rubners Schluß, es müsse doch teilweise der Zucker auch durch den Lebensprozeß selbst zerlegt worden sein, wird sich Triftiges kaum einwenden lassen. Um so mehr, als tatsächlich nie soviel Ferment vorgebildet ist, als zur Zerlegung des von der lebendigen Hefe faktisch umgesetzten Zuckers notwendig wäre. Lebendige Substanz und (freies) Ferment wirken demnach zusammen, vielleicht verschieden in verschiedenen Phasen des Versuches. Dasselbe gilt nach Rubner auch für die Zerlegung von Asparagin durch Proteus.

In dieser prägnanten Fassung kann man also sagen: die (chemische) Entwick-

[1]) W. Johannsen: Botan. Zentralbl. 68; 1896. Ätherverfahren bei Frühtreiben. 2. Aufl. Jena. Naturwissenschaftliche Wochenschr. 1902, Nr. 9.

[2]) F. Czapek: l. c.

[3]) Vgl. H. Friedenthal: l. c.

[4]) Bateson: l. c.

[5]) E. Buchner: Ber. chem. Ges. 30—32.
Buchner-Hahn: Zymasegarung. 1903.

[6]) M. Rubner: Arch. f. Hygiene, 49. Bd. 1904. 50. Bd., 1906.

lungsarbeit (im weitesten Sinn) ist Leistung des originären Ganzen im Organismus, einer art-(individual-)gemäßen, genotypisch vorgesehenen Kombination von (im Zusammenhang mit dem variablen physiologischen Zustand hervor- oder zurücktretenden) Fermentgruppen, resp. freier Fermente auf einem schloßartig entsprechenden Substrat.

Dem gegenüber stünde die an die Organspezifizität, bzw. den Funktionscharakter der differenzierten Teile (besonders des Warmblüterkörpers) geknüpfte periodische Dynamogenese (Kinetogenese), gegenüber dem Bauwerk (dem wohlgemerkt an keine morphologischen Vorurteile geknüpften Idioplasma) die Maschine (die differenzierten Strukturen) für mechanische und sekretorische Leistungen unter dem Einfluß der gewöhnlichen dissimilatorischen Reize. Diesen Funktionen liegen vor allem tiefgreifende Oxydationen der aus der Nahrung stammenden Reserven zugrunde, die „den Spezialfall einer Lebensgleichung" bilden, „welche den Vorteil einer möglichst intensiven Auswertung vorhandener chemischer Energie bildet" (Rubner). Die Leistungen jener Strukturteile haben sich vom Idioplasma relativ unabhängig gemacht, im Stoffwechsel bewahren sie trotz aller Autonomie ihre Beziehungen zum Idioplasma (man denke an das funktionelle Wachstum).

Von diesen beiden gleichberechtigten Betrachtungsweisen des tierischen Organismus, zwischen denen ich die mittlere Linie soeben zu zeichnen versucht habe, wäre also die aufs Bauwerk gerichtete diejenige, welche es mit dem originären Ganzen zu tun hat. Jede Abänderung, jede Schädigung, welche der Organismus erleidet, betrifft entweder die Gesamtheit seiner lebendigen Substanz oder einzelne Teile, sowie das Zusammenwirken der Maschine. Erstere (die persönliche) erstreckt sich, ob sie ererbt oder erworben ist, von Anfang an auf alle Zellen in ihrer Arteigenheit, letztere wird von einer auf andere Zellengruppen übertragen.

Entwicklungsarbeit und Dynamogenese als Seiten des allgemeinen Lebensvorganges schließen sich natürlich, auch abgesehen von der energetischen Zusammenfassung, in keiner Weise aus, die Entwicklungsarbeit ordnet sich die Kinetogenese zu. Alle Reize steigern den ganzen vitalen Prozeß, mittelbar auch hinsichtlich der Abnutzung der lebendigen Substanz, der Rekonstruktion und, in Rouxs funktioneller Periode des Wachstums, besonders des Ansatzes. Was ursprünglich Glied einer stofflich der Entwicklungsarbeit dienenden Kette gewesen, kann nachher der Kinetogenese dienen. Die Bausteine, in welche Reserven aus der Nahrung oder lebendige Substanz selbst zerfallen, bauen eventuell andere Gewebe auf und ermöglichen neues Wachstum. Was aus energetischen Leistungen hervorgeht, z. B. gewisse Sekrete, ruft wieder Aufzugserscheinungen hervor usw. Schon das Ei (Seeigel, Frosch) teilt sich bloß bei Anwensenheit von Sauerstoff, es wird CO_2 abgegeben[1]). Bei höheren Tieren sehen wir sofort post partum reichlich Dynamogenese neben Entwicklungsarbeit. Rubner weist mit Recht darauf hin, daß das maximale Wachstum mit dem dissimilativen Energieverbrauch eng zusammenhängt. Aber die dissimilativen Oxydationen hinterlassen allmählich immer mehr Schäden in der lebendigen Substanz (Seneszenz), welche durch die Entwicklungsarbeit ausgeglichen werden müssen, der Wiederer- oder Ansatz wirkt als „Verjüngung". Eine

[1]) J. Loeb: Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig 1906.
E. P. Lion: Journ. of Morph. Vol. 7. 1892.

allgemeinste chemsiche Grundlage für das Miteinander von speziesgemäßen Entwicklungsgeschehen im Artexemplar und energetischen Individualvorgängen im Organismus ist vielleicht daringegeben, daß, wie schon öfter hervorgehoben, in den Kohlehydraten sowohl „das Bindeglied zwischen den wichtigsten Nähr- und Baustoffen“ wie gleichzeitig „das adäquateste Brennmaterial“ gegeben ist. Überdies sind, wie wir sehen werden, alle Beziehungen zwischen Auf- und Abbau art- und individualgemäß, jeweils nach dem physiologischen Zustand, bestimmt durch das dynamische Gleichgewicht, resp. durch den simultanen Kontrast des betreffenden organischen Systems.

Die „Gehäuse“ der Appendikularien (einer Tunikatengruppe) illustrieren erstlich, wie eine komplizierte Organisation jeweils zum Funktionieren hergestellt, resp. hierfür immer wieder erneuert wird, und zweitens, wie Entwicklungsarbeit und Dynamogenese in schon recht hoch stehenden Organismen sich einander zuordnen. Diese Gehäuse und Gallertblasen[1]) gehen aus Kutikularbildungen hervor. Die Ausscheidungen epithelialer Zellen nennt man Sekrete oder Kutikulä. Die Bildner der letzteren heißen Matrixzellen; die als Kutikula aufzufassende Ausscheidung bleibt auf der sezernierenden Fläche der Zelle liegen, so daß eine Auflösung der ganzen Masse in die den einzelnen Mutterzellen zukommenden Anteile möglich ist. Sind geformte Elemente vorhanden, erscheinen sie bei den Kutikulä in ganz fester Weise geordnet und bilden gesetzmäßig wiederkehrende Strukturen. Die typische Bedeutung einer Kutikula ist die einer Schutzhülle, oft zugleich einer Körperstütze, auch kann sie für die Lokomotion von Bedeutung werden. Bei den Aszidien (einer anderen Tunikatengruppe) gewinnt sie ebenfalls eine Rolle für die Nutrition (und Respiration), aber bloß in der Weise, daß zahlreiche Mesenchymzellen und verzweigte, von Blutgefäßen durchzogene Hautfortsätze in die Kutikularsubstanz eindringen, so daß eine vom Charakter der Kutikula völlig abweichende, am Stoffwechsel beteiligte Hülle entsteht. Die Mesenchymzellen verzehren die in der Kutikula sich ansiedelnden Algenzellen. Vielleicht wird die aus Kohlehydraten bestehende Kutikula selbst als eine Art Reservenahrung vom Tiere aufgespeichert! Bei den Appendikularien (Oikopleura albicans zeigt nach Lohmann alle einschlägigen Verhältnisse besonders prägnant) selbst aber bewahrt die Kutikula streng ihren ursprünglichen Charakter, wenn sie sich in ganz eigenartiger Weise zu einem, vom Schwanz in Funktion gesetzen Fangapparat für die Nahrung (kleinste Planktonorganismen) ausbildet, der gleichzeitig auch eine nach jeder beliebigen Richtung auszuführende Lokomotion ermöglicht und Schutz leistet (lockere Befestigung des Tieres, „Fluchtkammer“). Das Nähere über die Ausscheidung, Anlage und Entfaltung dieser Kutikularbildungen findet der Leser besonders in der erstzitierten Arbeit Lohmanns. Hier sei nur hervorgehoben, daß die Appendikularien-Kutikula ihre Funktion erst ausübt, nachdem sie sich von der Matrix gelöst, und Wasser zwischen sie und die Haut getreten ist. Also erst nach einem Häutungsprozeß, der hier unter Quellung als Entfaltung der Anlage zum Gehäuse (zur Blase) auftritt, beginnt auf rein mechanischem Wege die Arbeitsleistung. Die einfachsten wie die kompliziertesten hierhergehörigen Gallertbildungen der Appendikularien sind nun bloß sehr kurze Zeit im Gebrauch. Bei den Gehäuse bildenden Arten wird die Zeit der Benutzung noch dadurch einge-

[1]) H. Lohmann: Gehäuse der Appendikularien. Kiel 1899. Verhandlungen der deutschen zool. Gesellsch. 1909

schränkt, daß das Tier sein Gehäuse bei jeder Gefahr preisgibt, und daß auch die Defäkationen dazu nötigen, es aufzugeben. Auch im übrigen werden durch Verstopfung die Reusen des Fangapparates rasch unbrauchbar. Besonders in der Gefangenschaft erfolgt der Abwurf häufig und die Neubildungen folgen sich sehr schnell. Unter den frisch gefangenen und getöteten Oikopleuren finden sich vielfach Individuen, die zwei oder drei Gehäuseanlagen übereinanderliegend tragen. Jedes Tier überhaupt besitzt die Anlage dazu auf dem „Oikitoplasten"epithel. Sicher erfolgt auch unter natürlichen Verhältnissen der Abwurf in 24 Stunden wiederholt. Die Zahl der Gehäuse und Blasen, welche ein Individuum während des Lebens, trotz dessen kurzer Dauer, hervorbringt, muß daher eine bedeutende sein. Die Arbeitsleistung, welche der hier in Betracht kommende Nahrungserwerb (er ist jedenfalls in der Hauptsache geformt, gelöste Nährstoffe spielen keine erhebliche Rolle) von den Appendikularien dauernd verlangt, muß ein enormer sein. Sie setzt sich zusammen aus nebeneinander herlaufender stetiger Neubildung frischer Gehäuse und Gallertblasen und der wasserbewegenden Kraft des Schwanzes, also aus zugeordneter Entwicklungsarbeit und Dynamogenese. Lohmann ist der Überzeugung, daß auch wieder Zeiten vorkommen, in denen die Oikopleuren sich sehr zahlreich im Meerwasser finden, aber doch nur wenig oder gar keine Gehäuse gebildet werden. Die Tätigkeit der Oikoplasten wird ganz direkt angeregt durch den (physiologischen) Hunger, wo der Fangapparat notwendig wird.

Daß der Hunger Anlaß gibt zu Häutung, Abscheidung neuer Kutikulä und reichlichen Sekretionen, zeigt Lohmann auch am Beispiel der Schmetterlingsraupen, welche, wenn ihnen im höheren Alter die Nahrung entzogen wird, sich häuten, einspinnen und verpuppen. Die außerordentliche Sinnenfälligkeit der Zuordnung von Entwicklungsarbeit (Oikoplastenepithel) und von Dynamogenese erklärt sich aus der kurzen Lebensdauer der Appendikularien. Ist der Lebenszyklus ein langsamer, werden die einschlägigen Vorgänge insensibel. Aber eine Trennung von Wachstum (Entwicklung und Wiederersatz im „ausgewachsenen" Lebendigen ist doch etwas Künstliches.

Wenigstens kurz erwähnt seien noch in diesem Zusammenhange zur Stütze der vorgetragenen Ansichten Vermutungen, welche von Ehrlich, Langley und Rubner über den allgemeinsten chemischen Bau des Protoplasmas, auf verschiedene Tatsachengebiete bezugnehmend, ausgesprochen worden sind. F. Hofmeister und Abderhalden haben besonders die Fermente herangezogen.

Ehrlich[1]) nahm im chemischen Bau des Protoplasmas einen Leistungskern an, welchem viele Seitenketten anhängen. Der zentrale Atomkomplex bedingt mit seiner (Ring-) Struktur die artgemäßen Leistungen. Die angegliederten sekundären Gruppen halten bei der Assimilation, entsprechend ihrer sterischen Konfiguration, im Kreislauf befindliche chemische Bausteine fest. Nährstoff und Seitenkette müssen chemisch strukturverwandt sein. Zur Verankerung ans Protoplasma müssen die Nährstoffe eine haptophore Gruppe besitzen, welchem ein darauf passender Rezeptor einer Seitenkette des Protoplasten entspricht. Schon hier sei erwähnt, daß nach Ehrlich die Rezeptoren auch, im Übermaß produziert, abgestoßen in die Zirkula-

[1]) P. Ehrlich: Gesammelte Arbeiten zur Immunitätsforschung. 1904. Beiträge zur exp. Pathologie und Chemotherapie 1899.

tion gelangen. Ehrlichs Darlegungen beziehen sich, wie ersichtlich, in unserem Sinne auf das Artplasma, als dem Substrat von Aufbau und Entwicklungsarbeit, in welchem ich das originäre Ganze zu finden glaube. Rubner[1]) steht gleichfalls auf dem Standpunkt, daß jede Erkenntnis des Wachstums die Bekanntschaft mit dem Stoffwechsel des ausgewachsenen Individuums voraussetzt und betont ausdrücklich, daß nicht der ganze Protoplast an der Energieproduktion, also an der vorwiegend dissimilatorischen Lebensarbeit sich beteiligt, sondern bloß bestimmte Teile, welche in typischer Weise Nährstoffe zum Zerfall bringen, vorwiegend, wenn nicht ausschließlich, N-freie Gruppen des Eiweißes, Kohlehydrat, Fett. Schon dadurch gewinnt der energetische Prozeß einheitliche Natur. Da z. B. beim Diabetes die Kohlehydrat und den N-freien Rest des Eiweißes spaltende Affinität des Protoplasten nicht funktioniert, müssen nach Rubner wenigstens zwei verschiedene Typen von Verwandtschaften angenommen werden, die eine für Kohlehydrat, die andere für Fett. Unter Nervenreizen können sich solche Affinitäten mehren, um größere Leistungen hervorzubringen. Beide Typen vertreten sich isodynam. Beim Energieumsatz in der lebendigen Substanz schiebt sich zwischen Anfangs- und Endglied der Vorgänge die Arbeit auch des Artplasmas ein, welche in dieser Hinsicht in (rhythmischer) Aufspeicherung von Reservestoffen, also auch von chemischer Spannkraft besteht. Speicherung und Zersetzungstempo besitzen ein artgemäß reguliertes Optimum. Besonders scharf unterscheidet ferner Langley[2]) zwischen zwei Hauptbestandteilen: Substanzen, die mit dem Funktionscharakter (Kontraktion, Sekretion, Bildung bestimmter Intermediärprodukte) zusammenhängen und Rezeptoren, welche sich besonders leicht verändern und imstande sind, die Verbindungen, welche Träger der Organspezifizität sind, in Tätigkeit zu versetzen. Langley stützt diese Annahme direkt durch überzeugende Experimente. Rhumbler[3]) und Woltereck[4]) haben Ehrlichs Ideen auch auf die genotypische Konstitution anzuwenden versucht. Letzterer vergleicht die Gene mit Ehrlichschen Gerüstkernen, von welchen sich zu bestimmten Zeiten Ergophoren oder Enzyme ablösen usw.

Der Mangel eines für den artgemäßen Aufbau erforderlichen Stoffes hat verminderten Ansatz zur Folge, wenn das Fehlende nicht irgendwie, eventuell aus dem eigenen Körper, gedeckt werden kann. Die Versuche von Abderhalden und von Buglier[5]) zeigen, daß der wachsende Organismus des Hundes aus vollständig abgebauten Nahrungsstoffen, resp. aus den einfachsten Bausteinen N-Ansatz und Herstellung seiner Zellbestandteile bewerkstelligen kann. Aber ein normales Wachstum erfordert auch unbedingt Nahrungsgemische, die sämtliche für die Art spezifischen Bausteine liefern. Das betrifft vor allem die Eignung gewisser Eiweißstoffe als Quelle für herzustellendes Körpereiweiß. Fehlen eines bestimmten für die Synthese des Organeiweißes notwendigen Bausteines (etwa einer Aminosäure) macht trotz des

[1]) M. Rubner: Arch. f. Hygiene, 66. Bd. 1908.
[2]) Langley: Journ. of Physiol. Vol. 33 (1905/6). Vol. 37 (1908).
[3]) L. Rhumbler: Proc. 7the Internat. Zool. Congr. Cambr. Mass. 1909.
[4]) Woltereck: Verh. d. zoolog. Ges. 1909; ibidem 1911.
[5]) Abderhalden: Zeitschr. phys. Chemie. 52. Bd. 77. Bd.
Buglier: Zeitschr. f. Biol., 57. Bd.
Aron: Biochem. des Wachstums. Handbuch der Biochemie. Ergänzungsband. Jena, Fischer, 1913.

Überschusses an anderen Bruchstücken eine noch so reichliche Eiweißnahrung ungeeignet für den wachsenden Organismus. Körperfremde pflanzliche Eiweißstoffe (Glidin aus Weizen, Edestin aus Hanf), mit einem N-Gehalt von gleichem Betrag verfüttert, wie er dem Hungerverlust entspricht, sind nicht imstande, Stickstoffgleichgewicht herzustellen, während dies bei Verwendung von arteigenem Eiweiß als Nahrung (Gewebsbrei aus allen Organen, Muskeleiweiß der gleichen Spezies) gelingt[1].

Was ich als „originäres Ganze" bezeichnet habe, versuchte ich, wie man sieht, abzugrenzen, indem ich, die allgemeine Beschaffenheit der vitalen Prozesse als von dynamischer Ordnung betrachtend, sie insgesamt auf Entwicklung zurückführte. Speziell der Mensch kann in allen Lebensäußerungen als sich entwickelnder Organismus angesehen werden. Es ist schon hervorgehoben worden, daß Homo sapiens aus sehr primitiven und sehr progressiven Merkmalen sich zusammensetzt. Vor allem das Zentralnervensystem ist von einem „Dauer"typus weit entfernt. Der geistige Entwicklungsprozeß, den niemand bezweifelt, beweist, da es keine seelische Regung ohne entsprechende physische (nervöse) Vorgänge gibt, daß Gestaltung und Funktion des Gehirns eine noch sehr plastische ist[2]. „Die Änderung unserer Denkweise ist das feinste Reagens auf unsere organische Entwicklung, die uns, von dieser Seite her betrachtet, unmittelbar gewiß ist. Wer das Verhalten zweier Individuen von verschiedener Erfahrung unter gleichen Umständen sieht, wird nicht mehr zweifeln, daß jedes individuelle Erlebnis, jede Erinnerung auch ihre physischen Spuren im Organismus zurückläßt." Das Ergebnis der Entwicklung ist jeder Art (jedem Individuum) auch immanent bestimmt. Die Entwicklungsarbeit leitet vorwiegend innerkörperliche Vorgänge, sie bringt die Organismen auf einer gewissen Lebensstufe an die Umgebung heran, in welche sie sich einfühlen und schließlich umgestalten. Bei der Dynamogenese hingegen ist das Hauptgewicht auf äußere Einflüsse und Dauerzustände zu verlegen. In einem gewissen Sinne aber leiten sich alle vitalen Funktionen aus dem Wachstum her. Wachstum und Seneszenz sind eine Fortsetzung der embryonalen Entwicklung. Die Entwicklungsarbeit ist selbst immer ein Auslösungsvorgang, sie erfolgt stets unter Substanzverbrauch. Daß die Organismen eine „Geschichte" haben, ist ebenfalls im Stoffwechsel (Stoffverbrauch bei der Erregung) begründet. Entwicklung ist ebenso ein In- wie ein Evolutionsprozeß. Der Substanzverbrauch schließt die Möglichkeit der Ermüdung ein, resp. der Lähmung und des Todes. Das organische System trägt überhaupt den Keim der Rückbildung und des Todes in sich, beide kommen nicht bloß von außen.

Alles Morphologische und selbst das Substrat im allgemeinen zurückstellend, bemühte ich mich überall das Werden und einsetzende Richtungsänderungen (organisatorische Impulse und Akte, Tendenzen) hervorzukehren. Im Gegensatz zur üblichen Korrelationsbiologie habe ich die Kompositions- und Funktionsharmonie an den Anfang aller Entwicklung gesetzt (Genotypus). Die Ontogenese ist, von hier aus gesehen, etwas Divergierendes, ein teilweises Zerfallen des Homogenen in eine

[1] Vgl. L. Michaud: Zeitschr. physiol. Chem., 59. Bd. 1909.
J. Zisterer: Zeitschr. f. Biol., 53. Bd. 1909.
Mendel-Osborne: Proceed. Soc. Exp. Biol. and Medec. April 1912.
P. Schultz: Zeitschr. f. Kinderheilk., 3. Bd.

[2] Vgl. hier E. Mach: Wärmelehre; l. c. und Populäre Vorlesungen; 1896.
J. Petzoldt: Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung. Leipzig, Teubner, 1911.

Vielheit allerdings noch immer zusammenhängender, aber doch autonomer Teile. Das Wesentlichste der genotypischen Konstitution finde ich in einer einheitlichen (vereinheitlichenden) Funktion: in der Reaktionsnorm eines integralen Systems.

So glaubte ich zunächst die Tendenz zur Individuation unserem Verständnis näher bringen zu können. Das organische Individuum ist sonach keine künstliche, sondern eine natürlich-konkrete Einheit. Eine funktionelle Einheit trotz seiner Zusammensetzung aus heterogenen Teilen. Aber es führt eine ebenso kollektive wie distributive Existenz.

Alle hier herangezogenen Tatsachen sind, ich betone es immer wieder, in der gegenwärtigen Philosophie, Naturwissenschaft und Biologie vorhanden. Ich versuchte bloß, sie zu sammeln für (klinisch-)pathologische Gesichtspunkte.

Wie wir aus dem organischen Individuum zum Subjekt werden, wie wir mit Notwendigkeit dazu gelangen, uns selbst, als Einheit in der art- und individualgemäß geschaffenen Umwelt, als das Bleibende im Wechsel anzusehen, wird im Folgenden gezeigt. Die objektive Epoche geht der subjektiven voraus. Wir werden sehen, daß der Gegensatz von Subjekt und Objekt eine mehr künstliche Scheidung ist.

Die Durchführung solcher Standpunkte ist naürlich immer nur möglich mittels abstraktiver (neglektiver) Fiktionen[1]), aber wir haben in dieser Beziehung berühmte Vorbilder in der theoretischen Chemie und in der Mechanik.

Verfolgen wir nun weiter die Wechselwirkung zwischen originärem Ganzen der Person und Umwelt aus evolutionistischen Gesichtspunkten die ganze Individualitätsphase hindurch in Lebensperioden, wo das Wachstum ein vorwiegend funktionelles geworden ist, wo man nur mehr von Verlusten und Erneuerung im vitalen Prozeß sprechen kann, so gibt sich die Plastizität und die art- bzw. individualgemäße Entwicklung kund überall, wo es sich handelt um größere Anspannung der zur Verfügung stehenden Kräfte (die Innervationsstärke der beanspruchten Quantität Muskelfasern kann ebenso verschieden sein, wie z. B. das Potential zweier Elektrizitätsmengen), bei der Steigerung des Verhältnisses von Aufzugserscheinungen im Organismus gegenüber den schließlichen Dauerzuständen, welche durch freiwilliges Sinken aller chemisch-physikalischen Differenzen sich herausbilden, also auch beim Widerspiel zwischen Anpassung und Gewohnheit, bei den ordnenden Abgleichungen im organischen System und bei der Entstehung neuer Reaktionsweisen von größerer Variabilität und Wahlmöglichkeit, eingeschlossen besonders die von psychischen Gliedern begleiteten. Hier lassen wir uns am besten leiten durch eine enge Verknüpfung der Reiztheorie von E. Hering, der Lehre von den Avenariusschen Vitalreihen und eines von Stallo formulierten Ordnungsprinzipes für Systeme jeglicher Art.

Stallo[2]) bestimmt, daß alle Bewegungen der Elemente endlicher materieller Systeme, die von der gegenseitigen Wirkung ihrer Elemente abhängen, infolge irgendwelcher ständigen Beeinflussungen oder Beschränkungen dieser Bewegungen von außen, von Unregelmäßigkeit und Unordnung zur Regelmäßigkeit und Ordnung „streben". Die hier bezeichnete Bedingung, daß die inneren Bewegungen des Systems ständiger Beeinflussung von außen unterworfen sind, ist tatsächlich von jedem materiellen System unzertrennlich, da es kein solches gibt, welches zu irgendeiner

[1]) H. Vaihinger: l. c.

[2]) Stallo: Begriffe und Theorien der modernen Physik. Nach der 3. Aufl. deutsch von Kleinpeter.

Zeit unter dem ausschließlichen Einfluß seiner eigenen inneren Kräfte stünde. Infolgedessen herrscht in jedem endlichen Teile der Welt eine Tendenz vom Unregelmäßigen zum Regelmäßigen, eine innewohnende „Tendenz vom Chaos zum Kosmos". Eine Tendenz, welche die einfache und direkte Folge der Relativität aller materieller Formen ist, der Tatsache, daß jedes endliche Ganze stets Teil eines größeren Ganzen ist. Ich möchte für das organische System hinzufügen, daß dieses vor allem jeden (physiologischen) vorausgehenden Zustand während des wechselseitigen Ersatzes erfaßt und in sich einschließt. Jeder physiologische Zustand enthält irgendwie alles, was die andern als ihnen Eigentümliches enthalten hatten. Eine „Tendenz" bezeichnet die rein tatsächliche Beziehung zwischen dem, bestimmten Zeitpunkten entsprechenden, Zustand des hierfür vorwiegend von seinen inneren Bedingungen (Kräften) abhängig sich verändernd gedachten organischen Systems zu dem nächsten oder einem späteren, damit im Zusammenhang stehenden Zustand. Überführung aus einem (dynamischen) Gleichgewichtszustand in einen anderen, allenfalls gesteigerten, entspricht der Anpassung, resp. der Variation, fällt also jedenfalls unter den Begriff der Entwicklung[1]).

Zöllner[2]) hielt die Sonnenflecken für schlackenartige Abkühlungsprodukte auf der Sonnenoberfläche. Ihre Entstehung, die Folge einer längeren Ruhe und Klarheit des betreffenden Teils der Sonnenoberfläche, zieht sehr bald Trübungen der letzteren durch Kondensationsprodukte nach sich, die nun ihrerseits eine Verminderung der Wärmestrahlung bedingen, also eine Temperaturerhöhung, damit die Wiederauflösung des Fleckes und eine neue Zeit relativer Ruhe und Klarheit. Es ist für uns ganz gleichgültig, ob die Theorie Zöllners für die Sonnenflecken noch gilt oder nicht; auch seine metaphysischen Ideen sind uns bedeutungslos. Uns interessiert bloß Zöllners allgemeiner formaler Erklärungsversuch für die Periodizität, in welcher die Zahl und Größe der Flecken zwischen Maximis und Minimis regelmäßig variiert. Zöllner meint, ein Sonnenfleck übt innerhalb einer gewissen von seiner Größe abhängigen Entfernung eine derartige Wirkung auf seine Umgebung aus, daß innerhalb dieses Bezirkes die fernere Bildung der Flecken erschwert, bzw. verhindert wird. Diejenigen Zustände der Sonnenatmosphäre, welche an einer bestimmten Stelle die Bildung eines Sonnenfleckes bedingen, besitzen eine größere Ausdehnung als der sich entwickelnde Fleck, so daß innerhalb des Verbreitungsbezirkes dieser günstigen Bedingungen die gleichzeitige Entstehung noch anderer Flecken wahrscheinlicher als an anderen Stellen ist. Beide Sätze zusammengestellt: In der Sonnenatmosphäre innerhalb einer gewissen Ausdehnung begünstigen sich gleichartige Zustände. Diese Tendenz besteht aber nicht nur für kleine Gebiete, sondern gilt für die ganze Sonnenoberfläche, wie aus den Umwälzungen hervorgeht, die man zur Zeit der Maxima der Flecken auf der ganzen Sonnenoberfläche beobachtet hat. Damit ist auch jene gegenseitige Abhängigkeit der Schlackengebilde gegeben, durch welche die Konstanz der durchschnittlichen Zahl und Größe der gleichzeitigen vorhandenen Flecken ausgeschlossen wird. So kommt es für die ganze Sonnenoberfläche zum Wechsel von Perioden längerer Zeiten relativer Ruhe und Klarheit

[1]) J. Petzoldt: Maxima, Minima und Ökonomie, l. c.
R. Avenarius: Vierteljahrschr. für wissenschaftl. Philosophie, 14. Jahrg., 1890.

[2]) Zöllner: Natur der Kometen. Leipzig 1872. Ber. der math. physikal. Klasse der sächsichen Soz. der Wissenschaften 1870, 338; 1871, 100.

der Atmosphäre mit solchen allgemeiner Trübung, oder den Bedingungen, welche allgemein der Schlackenbildung günstiger sind, können wiederum andere folgen, welche ihre Auflösung bewirken im größten Umfang, es lösen sich also Maxima und Minima ab. Da ferner die Leitungsfähigkeit der die Flecken bildenden Abkühlungsprodukte, weiter die Beweglichkeit der über diesen Flecken lagernden Atmosphäre und die Masse der bewegten Luftschichten innerhalb längerer Zeiträume einen konstanten Mittelwert besitzen, muß die Zeit, welche zwischen einem Maximum und Minimum in Zahl und Größe der Sonnenflecken verfließt, ebenfalls konstant, die ganze Erscheinung also eine regelmäßige Periode sein. Für uns ist, wie bereits betont, nur wichtig, daß Zöllner den Vorgang der Bildung und Rückbildung der Schlacken als ein großes Regulationsphänomen in einem System ansieht. Die zu regulierende Kraft wäre hier die Wärmeausstrahlung, während die Atmosphäre mit ihren Kondensationsprodukten den sich verändernden Regulator bildet: durch große Wärmeverluste werden die Flecken und durch diese die atmosphärischen Erschütterungen und Trübungen hervorgerufen und zwar vermöge der Tendenz zur Koexistenz gleichartiger Zustände zugleich für die ganze in Betracht kommende Fläche. Damit wäre die Durchstrahlbarkeit der Atmosphäre verringert und nicht nur eine weitere Erniedrigung der Temperatur vermieden, sondern sogar eine Erhöhung derselben bedingt, so daß ihr durchschnittlicher Wert für längere Zeit auf konstanter Höhe erhalten wird. Klarheit oder Trübung der Atmosphäre tragen bloß dann die Gewähr längerer Dauer in sich, wenn sie einen weiteren Verbreitungsbezirk haben. Zöllner war der Ansicht, daß sein Grundatz allgemeine Geltung habe, wo Erscheinungen vorhanden sind, welche durch Zusammenwirken einer größeren Anzahl von Einzelerscheinungen erzeugt werden. Wir werden im folgenden sehen, daß das hier zur Erklärung der Periodizität herangezogene Prinzip einer Tendenz zur Koexistenz gleichartiger Zustände durch E. Hering für eine Reihe von Prozessen eine experimentell prüfbare Grundlage für das organische System erhalten hat („Induktion").

Fechner[1]) geht von folgender Vorstellung aus. Eine beliebige Anzahl bewegter materieller Teilchen möge insofern ein geschlossenes System bilden, als sich keine, oder doch nur konstante äußere Einflüsse auf ihre Bewegung geltend machen. Die zwischen den Teilchen wirkenden Kräfte sollen derartige sein, daß sie im Laufe der Bewegungen entweder den anfänglichen oder einen späteren, schon einmal dagewesenen Zustand wieder herbeiführen. Im ersteren Fall haben wir unmittelbar einen stabilen Bewegungszustand vor uns, d. h. die Verhältnisse jener Anfangsbedingungen kehren in regelmäßiger Periode, in aufeinanderfolgenden, gleichen Zeitabschnitten wieder. Im letzteren Fall tritt ein solcher Zustand erst nach einer Reihe von Änderungen ein. Bei beiden ist aber das Resultat: volle Stabilität. Der Grenzfall voller Stabilität wäre die absolute, welche für ein System gegeben ist, dessen Teile gegenseitig in Ruhe sind. Die erstere nähert sich dieser letzteren um so mehr, mit je geringerer Geschwindigkeit und in je engeren Grenzen die Änderung der Lage der Teilchen eines Systems voller Stabilität erfolgt. Die Erfahrung spricht für folgendes Gesetz: in jedem geschlossenen, nur unter konstanten Außenbedingungen befindlichen System materieller Teilchen findet ein kontinuierliches Fortschreiten von

---

[1]) Vgl. besonders G. Th. Fechner: Einige Ideen zur Schöpfungs- und Entwicklungsgeschichte der Organismen. Leipzig, Breitkopf u. Hartel, 1873.

instabilen zu stabilen Zuständen bis zu einem vollen oder approximativen stabilen Endzustand statt. Fechner weist z. B. nicht bloß auf Ebbe und Flut, auf den Kreislauf der Gewässer, sondern ausdrücklich auch auf den Organismus hin. Der Erfolg der Tendenz zur Stabilität besteht darin, daß in dem schließlich erreichten Zustande alles möglichst gut zusammenpaßt, d. h. daß jeder Teil durch die Wirkung seiner Kräfte dazu beiträgt, das Ganze in einen bestandfähigen Zustand zu versetzen. Fechner faßt sein Prinzip auf als Verknüpfung aller organischen Entwicklungsgesetze. Mit der Periodizität ihrer Funktionen sind die Organismen ganz und gar auf stabile Verhältnisse des Lebens angelegt. Auch das geistige Gebiet sei diesem Prinzip unterworfen: je mehr sich der Mensch den veränderlichen Einflüssen äußerer Umstände entzieht, desto mehr ordnet sich Empfindungs- und Gefühlsleben in immer regelmäßigeren Kreisläufen. Für das unorganische System ist nach Fechner grundsätzlich größere Annäherung an die absolute Stabilität gegeben, insofern, als die Ordnung der Teilchen durch die inneren Kräfte fest erhalten bleibt, indes sie im organischen dadurch verrückt wird, sei es auch, daß sie bei voller Stabilität sich periodisch wieder herstellt. Deshalb führt die Tendenz zur Stabilität dahin, organische Zustände in unorganische überzuführen (natürliches Lebensende, Hunger). Aber dieser Übergang in den anorganischen Zustand, der jedem Organismus zuletzt bevorsteht, tritt nicht sofort ein, durch Wachstum und speziell durch Zellteilung wird die Stabilität gefördert. In einer mikroskopischen Zelle erhält sich Stabilität leichter, als in einer, die so groß wäre wie der ganze Körper. Die Aufteilung des Organismus in Zellen soll aber wiederum für diesen instable Verhältnisse begünstigen. Wird der Keim, der im Zusammenhang mit dem Mutterkörper zu einem stabilen Endzustand gelangt ist, von demselben abgetrennt, werden infolge der damit gesetzten Änderungen der äußeren Verhältnisse auch die davon mit abhängigen inneren Verhältnisse sich ändern. Die Veränderungen werden solange fortgehen, bis ein neuer, unter den neuen Außenbedingungen annähernd stabiler Endzustand eingetreten ist.

In neuerer Zeit haben Avenarius und besonders J. Petzoldt[1]) die Tendenz zur Stabilität betont. Gerade auch auf dem Gebiet der geistigen Entwicklung ist sie für letzteren maßgebend. Nach meiner Meinung hat das Prinzip seine hauptsächlichste Bedeutung für das organische System überall da, wo keine spezielle Rücksicht auf äußere Störungen und die Herstellung des Gleichgewichts zwischen Organismus und der wechselnden Reizkonstellation zu nehmen ist, resp. wo letztere konstant ist. Also z. B. für das Verständnis der Periodizität aus inneren Gründen, welche übrigens verschiedentlich erklärt werden kann. Weiteres für die Herstellung physikalischer Dauerzustände, besonders z. B. auf morphologischem Gebiet und innere Anpassungen (inneres Angepaßtsein, Knochengestaltung u. a.) und besonders auch für psychische Dauerbestände[2]). Aber man darf nicht vergessen, daß eine Hauptbedingung für jede Art von stabilen Zuständen im Allgemeinen darin liegt, daß alle physikalischen Differenzen von selbst immer nur abnehmen. Petzoldt selbst betont, daß die Tendenz zur Stabilität geradezu mit dieser spontanen Abnahme der Niveauunterschiede der Energie zusammenfällt. Könnte ohne diese Tatsache auch das einfachste

[1]) R. Avenarius: Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes. Berlin 1903. Der menschliche Weltbegriff. Leipzig 1905.

J. Petzoldt: l. c.

[2]) J. Petzoldt: l. c.

geschlossene System überhaupt nicht zur Entwicklung kommen, zwingt doch die übrigens schon von Fechner (vgl. oben) erkannte Verschiedenheit der organischen und unorganischen Systeme den Aufzugserscheinungen ein Hauptaugenmerk zuzuwenden. Soweit ferner äußere Verhältnisse wesentlich mitspielen, ist unter den Organismen gerade der Mensch vielleicht noch besser für die Orientierung über das momentan Geschehende und Wechselnde organisiert, als über das Zuständliche und Beharrende. Der Dauerreiz setzt Verhältnisse im organischen System, welche ein spezielles Studium erfordern. Mittels des von Pawlow aufgedeckten Mechanismus des bedingten Reflexes werden der Zahl nach sozusagen unbeschränkte neue Reaktionen entwickelt, in dem ein gewöhnlicher fixer Reflex mit allen möglichen Empfindungen (auch mit Vorstellungen) assoziert wird. Diese Neigung des Organismus erfordert wieder entsprechende Hemmungen, die unsere vollste Aufmerksamkeit herausfordern. Die folgende Betrachtung wird deshalb auch vor allem an die Herstellung stationärer Zustände (dynamische Gleichgewichte) im Organismus, welche demselben eine stete Arbeitsbereitschaft in einer gewissen Akkomodationsbreite gewährleisten sowie an die wechselseitige Induktion der Teilsysteme sich halten und die physische Stabilität hauptsächlich berücksichtigen in der Koppelung der heraushebbaren Aktionssysteme des sensorimotorischen Geschehens, die, wenn auch während der Individualitätsphase gebahnt, resp. teilweise umgeschaltet und fortentwickelt, doch in den Grundlagen ererbt sind (Vitalreihen).

Zöllner hatte auch schon von einem Prinzip des kleinsten Aufwandes von Mitteln oder auch des kleinsten Kraftaufwandes bei den Lebewesen gesprochen. Derjenige Organismus sei Sieger im Kampfe ums Dasein, dessen Reaktionen auf Reize so einfach (und deshalb so zweckmäßig) als möglich waren. Für Mach[1]) liegt das Ökonomieprinzip hauptsächlich im Gebiete der Psychologie und der Methodenlehre. Avenarius[2]) begründete, wenigstens in seiner früheren Periode, seine Philosophie darauf. Eine philosophische Zugabe zur Betrachtung der Natur ist die Ökonomie nicht. Biologisch kommt sie überall zur Geltung, wo eine „Wahl" (der Handlung) möglich ist. Wir werden sehen, daß in den Vitalreihen die effektorischen Endglieder relativ konstant sind, die Mittelglieder sind mannigfache und schwankende, den Reflexbogen in mehreren Stockwerken überbauende. Es besteht nun nach jeder Anpassung die Tendenz, den Weg zu vereinfachen, zu kürzen und damit dauerhaft zu sichern.

Das Prinzip der kürzesten Bahn der angepaßten Handlung gilt für Tiere und Menschen[3]). Szymanski illustriert dies durch die Art, wie z. B. die Fühler der Insekten geputzt werden, wie der Frosch, die mit Säure betupfte Körperseite reinigt, ferner durch die Art der „Ersatz"bewegungen. Schwächung des Organismus, besonders auch der Sinnestätigkeit hindert die Ausführung der Handlung auf der kürzesten Bahn. Schädigenden Einflüssen versucht der Organismus auf dem kürzesten Wege zu begegnen. Besonders deutlich ergibt sich die Tendenz zur kürzesten Bahn aus der Beobachtung verschiedener Ausbildungsgrade einer neu zu erwerbenden Gewohnheit bei gleichen Individuen im Verlauf des „Lern"vorganges (Verhalten

[1]) E. Mach: Geschichte und Wurzel von der Erhaltung der Arbeit. Cöln, 1872. Prinzipien der Wärmelehre. 2. Aufl. Leipzig, Barth, 1900.

[2]) Avenarius: l. c.

[3]) Vgl. J. S. Szyamnski: Biolog. Zentralbl., Bd. 37, Nr. 5.

bei entstehenden „Labyrinthgewohnheiten", Pickenlernen der Kücken). Das rationelle Handeln steht am Schlusse. Das sieht man bei den Kindern. Der Reflex „lernt" auch, selbstverständlich gibt die Intelligenz beim Menschen den Ausschlag. Aber, wie die Erfahrungen in den Betrieben beweisen, ist gerade die Nachahmung die Ursache, daß sich bei vielen Individuen doch auch falsche Bewegungselemente festsetzen, welche die Tagesleistungen verschlechtern.

In Anlehnung an die vorstehenden allgemeinen und völlig formalen Ausführungen sei nun eine Anzahl von speziellen Organisationsprinzipien, welche auf größere praktische Bedeutung Anspruch erheben können, besprochen.

Dynamisches Gleichgewicht

17. Der artgemäße Stoffwechsel bezieht sich nicht bloß auf die Wahrung einer gleichen chemischen Zusammensetzung des Protoplasten. Es handelt sich auch nicht nur um das Gleichgewicht zwischen Verbrauch und Ersatz von chemischer Energie, wobei periodisch der eine oder der andere überwiegt. Das Wesentliche ist, wie gesagt, fortwährende Arbeitsbereitschaft, Weitung des Aktionsradius, Einstellung „auf den zweiten Wind", Verhütung von Erschöpfung. Alles Regulatorische im Organismus findet nun nicht so sehr in der Stabilität von Dingen, als im stationären Charakter des vitalen Geschehens in Gesundheit und Krankheit sein Objekt. Der Organismus würde durch Kräfte in einen definitiv stabilen Zustand getrieben, welcher zugleich der wahrscheinlichste, aber auch ebenso arbeitsunfähig ist, wie die echten chemischen Gleichgewichte. Die organischen Bedingungen, voran der Stoffwechsel, erhalten jedoch den Körper, entgegen den äußeren chemisch-physikalischen Einflüssen, welchen nicht einfach nachgegeben wird, beständig in einer gewissen Lage oberhalb dieses definitiven Gleichgewichts[1]).

In molekulären chemischen Prozessen nimmt die Reaktionsgeschwindigkeit mit sinkender Konzentration des Ausgangsmaterials ab. Auch die Geschwindigkeit der Fermentreaktion ist umgekehrt proportional der umgesetzten Substanzmenge. Außerdem existiert aber noch eine Hemmung der Fermentwirkung, eine beinahe regelmäßige vorzeitige Beendigung der Reaktion, das sog. falsche Gleichgewicht, dessen Lage unter verschiedenen Bedingungen mehr oder weniger weit vom eigentlichen Endzustand liegen kann. Die relativen gespaltenen Mengen sind z. B. geringer, je mehr Ausgangsmaterial verwendet wird. Auch Entfernung der Spaltungsprodukte verschiebt dieses falsche Gleichgewicht. Das Ferment selbst kann in verschiedener Weise am falschen Gleichgewicht beteiligt sein. Auch im Sinne von Synthesen kommen Enzymreaktionen in Betracht. Die Ausschaltung von Fermenten scheint allerdings ein kompliziertes Problem zu sein, vielleicht kann aber gar manches Ferment die Reaktion nach Spaltung und Synthese hin katalysieren. Ein bestimmtes Eingestelltsein des „falschen" Gleichgewichts ist geeignet, den Ablauf des vitalen Geschehens stationär zu machen. Rubner[2]) konnte z. B. nachweisen, daß die Zymase der gleichen Menge lebendiger Hefezellen in der Zeiteinheit aus fünf-, wie aus zwanzigprozentiger Rohrzuckerlösung die gleiche Zuckermenge vergärt. Was die hier mitspielenden Adsorptionserscheinungen (mit der vitalen Kolloidstruktur als Ort derselben) betrifft, so wird aus sehr verdünnten Lösungen verhältnismäßig sehr viel, aus konzentrierten wenig adsorbiert[3]). Höber stellt sich, im Zusammenhang mit diesen

[1]) Vgl. R. Höber: l. c.
[2]) M. Rubner: Arch. f. Hygiene, 49. Bd. 1904; 50. Bd. 1906.
[3]) Vgl. Freundlich: Kapillarchemie.

und ähnlichen Tatsachen vor, daß in einem Protoplasten, wenn einmal vom wechselnd zusammengesetzten Medium ein Überschuß von spaltbarem Material zugeführt wird, die Zersetzungsprodukte selbst eine die Norm überschreitende Spaltung einschränken. Ausgangsstoffe und Zerfallsprodukte können Zymogene aktivieren. Viel kommt auf das Gefälle vom inneren Medium her an. Wenn also Störungen in der Protoplasmazusammensetzung automatisch Hemmungen und Beschleunigungen auslösen, welche den ursprünglichen günstigen Zustand zu erhalten geeignet sind, kann man recht wohl mit E. Hering (nur ohne jeglichen Finalismus) von einer Selbststeuerung des Reaktionsablaufs der (besonders der fermentativen) vitalen Prozesse, bzw. von einem Doppelsinn des Lebens mit einer assimilatorischen und einer dissimilativen Kette sprechen, allerdings vielleicht nicht in absolut quantitativem Betracht und zeitlich nicht dualistisch streng nach Arbeit und Ruhe, sondern so, daß (entsprechend dem zweiten Hauptsatz) die Arbeitsbereitschaft die Hauptsache ist und der Einklang herstellbar wird mit der „funktionellen Assimilation" von W. Roux und Le Dantec, die als einer der Hauptschlüssel des organisatorischen Problems anzusehen ist. Mit dem angenommenen Optimimum, in welchem stets ausreichende Reserven zur Unterhaltung eines konstanten Energiestroms vorhanden sind, vergleichen wir die lebendige Substanz einem Kriegsschiff, welches dauernd unter Kohlenfeuer gehalten wird, damit es eventuell sofort eine Fahrt beginnen kann. Der Dynamogenese dienen in letzter Linie alle Nahrungsstoffe (Eiweißkörper, Kohlehydrate, Fette). Der Organismus muß immerfort von allen dreien Vorräte ablagern, nicht erst solche nachschaffen, jeweils im Anschluß an Leistungen momentan gegebener energetischer Aufgaben. Dem Artplasma unterliegt diese ganze Regulierung, da es sich ja um Aufbau im weiteren Sinn handelt.

Wenn der Ablauf der Reaktion im Sinne der Heringschen Assimilations-Dissimilationshypothese so verläuft, als ob das organische System durch Übergang aus einem in ein anderes dynamisches Gleichgewicht sich vor Erschöpfung schützt („Adaptation"), so ist doch zu beachten, daß es dabei in einen Zustand verminderter Arbeitsbereitschaft und geänderter Erregbarkeit gerät. Damit hängt zusammen, daß, wie schon erwähnt, speziell der menschliche Organismus überhaupt besser organisiert ist für kurz dauernde Leistungen, für Orientierung über rasch Wechselndes, für kurze Anstrengungen, als für beharrende Verrichtungen und Zuständliches. Bergsons und Auerbachs[1]) Auffassung des Lebens als eine „Aufzugs"einrichtung der Welt zur „Bekämpfung der Entropie" beruht auf metaphysischer Spekulation. Mit Boltzmann kann man vielmehr als von einem Kampfe um die Grundstoffe, um die Energie oder gegen die Entropie von einem solchen um die Entropie in den Lebewesen sprechen, nämlich um die Zwischenformen, welche die Sonnenenergie annimmt, bis sie zur Erdtemperatur herabsinkt. Letztere können ziemlich „unwahrscheinliche" sein, so daß der Wärmeübergang von der Sonne zur Erde leicht zu Arbeitsleistungen benutzbar ist. Der Pflanze gegenüber stellt sich wenigstens hinsichtlich der Energiebildung auf der Oberfläche des Erdballes der tierische Organismus erfahrungsgemäß eher als vorwiegend dissimilatorischer Faktor dar. Trotz alledem weist wenigstens die biologische Erfahrung hin auf den Vorzug des Geschehens gegenüber dem bloßen Erhaltungsprinzip, auf die spezielle Bedeutung des Aufzugs

[1]) Bergson, Auerbach: l. c.

im Doppelsinn des Lebens und auf die Tendenz im Lebewesen zu möglichst großer Arbeitsbereitschaft und Akkomodationsbreite bei möglichst kleinem Verbrauch. Die Spencersche diffuse Überschußreaktion, ein anderes gedankliches Erzeugnis spekulativer Biologie, der wir tatsächlich bloß unter besonderen Bedingungen (z. B. im sexuellen Orgasmus, bei Strychninvergiftung usw. noch begegnen, müßte immer wieder zu verschwenderischer Entladung des organischen Kräftevorrats führen. Die genotypisch veranlagte (organische) Assoziation bestimmter Apparate und die gebahnten vitalen Reflexketten ökonomisieren den Verbrauch, indem sie den Abfluß des Verbrauchten kanalisieren. Eine hohe Arbeitsfähigkeit des Organismus als eines chemischen Systems ist, in seiner Abhängigkeit von einem möglichst weiten Abstand nach oben von der definitiv-stabilen Gleichgewichtslage, eo ipso auch gebunden an das Zusammenwirken der realisierten Teile, wie dieses im Plan des Genotypus voraus veranlagt ist. Kommt doch alles auf Einrichtungen an, welche die Nachlieferung der zur Reaktion bestimmten Stoffe im richtigen Verhältnis zum Umsatz selbst bringt (Fermentchemismus, Nervensystem, Atmungs-, Zirkulations-, Lokomotionsorgane). Ferner bestimmt erfahrungsgemäß der aufrecht erhaltene Abstand vom definitiven Gleichgewicht die (jeweilige) Größennorm des Gesamtstoffwechsels.

Die erwähnte dynamische Gleichgewichtslage selbst ist aber während der Individualphase in bestimmten typischen Lebensperioden und auch unter gewissen krankhaften Verhältnissen charakteristischen Schwankungen unterworfen. Wir werden sehen, daß es vor allem der Bestand an lebendiger Substanz (z. B. gerade die N-Menge in 100 g derselben) und ihre (ektropistische) Sensibilisierung bei gleichem Quantum ist, welche hierfür maßgebend wird, viel weniger Gewebsdifferentiation und die daran geknüpften gelegentlichen dissimilatorischen Leistungen. Bei dauernden solchen treten sie in Beziehung zu Wiederersatz und Ansatz, also zur Entwicklungsarbeit.

Anwendbarkeit des II. Hauptsatzes auf den tierischen Organismus.

18. In strengerer Weise würden einschlägige Fragen beantwortet werden können, wenn nicht bloß der die Unzerstörbarkeit der Energie aussagende erste, sondern auch der zweite Hauptsatz der Thermodynamik auf die Vorgänge im tierischen Organismus praktisch anwendbar wäre. Die Arbeitsfähigkeit des als (chemisches) System angesehenen Organismus (organische Energetik), resp. die günstigsten Bedingungen, unter welchen derselbe zu möglichst großen Leistungen befähigt ist, könnte dann schärfer beurteilt werden. Wenn wir schon jetzt wenigstens unsere Gedankengänge nach dem zweiten Hauptsatz richten wollen, werden wir ihn in der Fassung heranzuziehen haben: Jeder stattfindende isotherme physikalische und chemische Prozeß verläuft in der Art, daß die Summe der freien Energien sämtlicher an dem Prozeß beteiligter Körper vermindert wird (physiologisch können wir alle hierhergehörigen Veränderungen — Assimilation, Verbrennung — wohl als isotherm ablaufende annehmen). So finden wir uns zunächst ganz allgemein in unserer bisherigen Auffassung bestärkt, daß für möglichst große Leistungen die Entwicklungsarbeit im Organismus möglichst gute Einrichtungen besorgt haben und immer erneut besorgen muß, welche das dynamische Gleichgewicht im möglichst größten Abstand vom stabilen halten können. Es ist schon früher (vgl. oben S. 76) die Unwahrscheinlichkeit betont worden, daß der Organismus seine Arbeitsleistungen durch indirekte Ausnutzung der in den Nahrungsstoffen zugeführte Energie vollbringe, indem er durch irreversible Zersetzung die gesamte Energie zuerst in Wärme über-

führt und diese dann zur Gewinnung von Arbeit heranzieht. Somit bleibt nun die Anschauung übrig, welche die chemischen (physikalisch-chemischen) Prozesse direkt Arbeit liefern läßt. Bezüglich der Arbeitsfähigkeit chemischer Systeme besagt nun das von van 't Hoff gefundene Gesetz $A = RT(\ln k - \ln x) = RT \ln \frac{k}{x}$, resp. $A = RT \ln k$ (eine Ableitung findet der Leser bei R. Höber[1]), daß die maximale Arbeit, welche aus freiwilliger chemischer Umwandlung bestimmter Mengen von Stoffen bei einer bestimmten Temperatur gewonnen werden kann, um so größer ist, je weiter das Reaktionssystem vom Gleichgewichtszustand entfernt ist. Durch die Umwandlung einer und derselben Menge eines Stoffes in einen anderen wird bei günstigster Ausnützung des Vorganges keineswegs die gleiche Arbeitsmenge disponibel, letztere schwankt vielmehr in weiten Grenzen. Im Gleichgewicht wird überdies auch die treibende Kraft der Reaktion (das chemische Potential) gleich Null. Wenn also die Entwicklungsarbeit im Ganzen des Organismus nicht Einrichtungen schafft, welche die Nachlieferung der zur Reaktion bestimmten Stoffe ins arbeitende Teilsystem hinein im rechten Verhältnis zum Umsatz regelt, nähert sich letzteres dem stabilen Gleichgewicht und verliert an Arbeitsfähigkeit. Wie Höber weiter auseinandersetzt, darf auch der Umsatz selbst nicht zu langsam erfolgen. Das langsame Reagieren ist so wie so bei den organischen Verbindungen die Regel. Da in der van't Hoffschen Gleichung ein Zeitfaktor nicht enthalten ist, so tritt freie Energie (d. h. im Sinne von Helmholtz für allerlei Verwandlungen verbrauchbare Energie, im Gegensatz zur „gebundenen", nämlich die — auch bei reversibler Leitung des Vorganges gebildete — Wärme, in den Gleichungen bezeichnet A die freie Wärme) nach Maß des Abstandes vom Gleichgewicht auf, mag die Reaktion unendlich rasch (wie die unorganischen Ionenreaktionen) oder mit meßbarer Geschwindigkeit (organische Chemie) verlaufen. „Wenigstens das höher organisierte Lebewesen verdankt seine bevorzugte Stellung gerade seiner steten Fähigkeit zur Reaktion und Arbeitsleistung. Wir sehen also, daß allein damit, daß das chemische System eines Protoplasten durch weiten Abstand vom Gleichgewicht zur Abgabe von viel freier Energie befähigt ist, noch nicht allen zu stellenden Ansprüchen Genüge getan ist, sondern daß zu den Integralbedingungen die Abgabe der nötigen freien Energie in kurzer Zeit gehört, wobei das System seinen Abstand von der Ruhelage möglichst beibehalten soll[2])." Somit sind Einrichtungen zur Beschleunigung des Stoffwechsels (Fermente, in Betracht käme noch Temperatur, Druck), ebenso nötig, wie diejenigen zur Nachlieferung von Stoff. Nach dem Prinzip von van 't Hoff des beweglichen Gleichgewichtes, welches uns lehrt, wie eine Temperaturänderung ein chemisches Gleichgewicht verschieben muß ($\frac{d \ln k}{dT} = -\frac{U}{RT^2}$, resp. $\ln k = \frac{U}{RT} + C$[3])), begünstigt steigende Temperatur das unter Wärmeabsorption fallende, unter Wärmeabgabe gebildete System. Da wir es in den organischen Systemen mit unter Wärmetönung arbeitenden solchen zu tun haben, muß in ihnen jede Temperaturänderung das Gleichgewicht der Stoffe verschieben. Eine solche Gleichgewichtsverschiebung nach dem van 't Hoffschen Gesetz ist z. B. für die Verbindung von

[1]) R. Höber: l. c.
[2]) Höber: l. c.
[3]) Vgl. Höber: l. c.

Hämoglobin und Sauerstoff direkt erwiesen[1]. Die Wichtigkeit der thermoregulatorischen Einrichtungen ist sonach klar. Auch hat Höber gewiß Recht, wenn er meint, daß rasche Reaktionsfähigkeit von vornherein die Gefahr einschließt, leichter aus dem Gleichgewicht zu kommen. Die individuellen Verschiedenheiten des Temperaturregulierungsvermögens sind viel größer als man denkt. Wenn aber überhaupt etwas zur Konstitution gehört, so ist es das, ob ein Individuum rasch reagierende Komponenten in seiner Organisation vorbereitet hat oder nicht.

Wenn wir den erwachsenen Organismus für die hier in Betracht kommenden Fragen kürzere oder selbst längere Zeit untersuchen, dürfen wir annehmen, daß die Veränderungen der Stoffe, welche durch den Körper gegangen sind, sich etwa in folgender Weise abgrenzen und gruppieren lassen: Verbrennung von Fett, Zucker, Eiweiß; der Organismus hat mechanische Arbeit geleistet, er hat eventuell aus Zucker Fett gebildet. Die Diskussion, was Nährwert ist, wird noch immer lebhaft fortgesetzt. Mit Kalorienwert kann er natürlich vollständig nicht identifiziert werden. Bircher-Benner[2]) bezeichnet als solchen die bei der Umwandlung zur Verfügung gestellte größte Arbeit. Unter der schon gemachten Voraussetzung des isothermen Verlaufes ist nach dem zweiten Hauptsatz auf Grund des Nernstschen[3]) Theorems die Annahme möglich, daß die freie Energie der Verbrennungsreaktionen sehr groß, tatsächlich ungefähr gleich der Wärmetönung ist. Die durch die Erfahrung bestätigte „Isodynamie" spricht für die Berechtigung obiger Voraussetzung.

Auch Báron und Polányi[1]) stützen sich auf die Anwendung des Nernstschen Wärmetheorems bei Heranziehung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik für vitale Vorgänge. Das Nernstsche Theorem gestattet die Schätzung der Veränderung der freien Energie bei chemischen Prozessen auch ohne tatsächliche Kenntnis der Reaktionskonstanten. Báron und Polányi benützen die Annäherungsformel $\log K^1 = -\frac{Q^1}{4 \cdot 571 T} + \Sigma\nu\ 1 \cdot 75 \log T + \Sigma\nu\ C$. Darin bedeuten Q_1 die Wärmeentwicklung bei konstantem Druck für gewöhnliche Temperatur, wie sie den thermochemischen Tabellen direkt zu entnehmen ist, T die absolute Temperatur, K_1 die Konstante, welche die maximale Arbeit des chemischen Prozesses zu berechnen erlaubt. In betreff von $\Sigma\nu$ und $\Sigma\nu$ C vgl. das Original. Da in einem speziellen Stoffwechselversuch die Veränderungen der freien Energie bei den einzelnen Reaktionen tatsächlich nahe gleich den Wärmetönungen gefunden werden, läßt sich wirklich annehmen, daß die Vorgänge im Organismus gemäß den vom zweiten Hauptsatz gestellten Bedingungen verlaufen. Báron und Polányi berechnen auch den thermodynamischen Nutzeffekt der mechanischen Arbeit und der Fettsynthese (aus Zucker). Sie halten die Zulässigkeit dieser Theorien vom Standpunkt des zweiten Hauptsatzes für erwiesen. Der Begriff des thermodynamischen Nutzeffektes geht dabei aus der Auffassung hervor, daß als Maß der unfreiwilligen Prozeße im Organismus die Zunahme der freien Energie bei denselben Prozessen zu gelten hat. Dann erscheinen die unfreiwilligen Prozesse verursacht durch den Ablauf freiwilliger, mit Abnahme der freien Energie verbundener. Entsprechend dem zweiten Hauptsatz

[1]) Vgl. Barcroft u. A. V. Hill: Journ. of physiology 39, 1910.
[2]) Bircher-Benner: Grundzüge der Ernährungstherapie. 3. Aufl. Berlin 1909.
[3]) W. Nernst: Theoretische Chemie. 7. Aufl. Stuttgart, Enke, 1913.
[1]) J. Báron und M. Polányi: Biochemische Zeitschrift, 53. Bd.

ist die verbrauchte freie Energie bei natürlichen Prozessen immer merklich größer als die dadurch erzielte Aufspeicherung von freier Energie. Nur im Falle der Reversibilität wäre der Unterschied Null. Der oben definierte thermodynamische Nutzeffekt wäre dann gleich Eins, verbrauchte und aufgespeicherte Energie gleich. Der Wert des tatsächlich gefundenen Nutzeffektes zeigt also den Grad an, in welchem sich der Ablauf der betreffenden Veränderungen der Reversibilität nähert. Erfahrungsgemäß kommt der Wert dieses thermodynamischen Nutzeffekts bei der mechanischen Arbeitsleistung dem „Wirkungsgrad" ($W = \frac{m}{Q} = \frac{1}{3}$) sehr nahe.

Arbeitsbereitschaft der Person.

19. Ich selbst [1]) habe ganz unabhängig schon vor Jahren mit Benutzung der banalen Tatsache, daß die muskuläre Leistungsfähigkeit der Menschen unter normalen und krankhaften Verhältnissen eine individuell sehr verschiedene ist, ein Maß für die Arbeitsbereitschaft der Person in der Stabilität gesucht, welche durch die ineinandergreifenden „Erhaltungs"funktionen gewährleistet ist. Ich glaubte es in jenem Bruchteil zu finden, der als „rein praktischer" Nutzeffekt von der innerhalb bestimmter möglichst kurzer Zeit maximal, bis zu beginnender Desintegration der funktionierenden Gewebe, produzierten Energie in der speziellen gesammelten und gemessenen Leistung (Muskelarbeit) zutage tritt. Neben der Arbeitsbereitschaft wird dadurch auch die Breite des Aktionsradius des vitalen Systems erfaßt: Die Fähigkeit, mittels eines plötzlichen stärksten Willensaktes die überhaupt erreichbare und schnellste Mobilisierung der in möglichstem Maße angereicherten Spannkräfte durch Beschleunigung des Stoffwechsels zu bewirken, ferner diejenige der Verwertung möglichst vieler Nervenreize und das anenergetische Vermögen der beständigen Wiederherstellung des dynamischen Gleichgewichts im größten Abstand vom definitiv stabilen.

Der ganze Kanon einer menschlichen Persönlichkeit wird damit natürlich keineswegs erschöpft. Einen universellen Biometer gibt es nicht. Vor allem, wer heute den Dachstein besteigt ohne Beschwerden, kann kurze Zeit nachher tuberkulöse Hämoptyse bekommen. Gleichwohl beschränken sich die aus meinen sehr einfach anstellbaren Arbeitsversuchen zu ziehenden Schlüsse nicht etwa ausschließlich auf die Einrichtungen der Korrelation, etwa bloß auf die stoffliche Nachlieferung zum Protoplasten. Auch nicht nur auf den in der Organspezifizität begründeten Funktionscharakter und die Fähigkeit, den dissimilativen Umsatz in einem Teilsystem zu beschleunigen. Es ist vielmehr damit möglich, Individuen in ihrer genotypisch veranlagten, wenn auch durch die Lebenslage eventuell teilweise modifizierten lebendigen Substanz in bestimmter Richtung, nämlich auf das Vorhandensein schnell reagierender Komponenten der Organisation überhaupt, zu charakterisieren. Wir werden z. B. im Folgenden eine konstitutionelle „reizbare Schwäche" kennen lernen, welche schon unter dem Einfluß der gewöhnlichen Lebensbedingungen, denen ja konstante Stoffwechselglieder korrespondieren, auch bei Ausschluß gelegentlicher, spezifischer Reize keine durch das artgemäße dynamische Gleichgewicht gekennzeichnete mittelwertige Beschaffenheit besitzen, sondern in jede Erregung (als Reizeffekt) schon unterwertig („adaptiert" im Sinne Herings) eintreten. Solche Individuen sind in allen Reaktionen des Phänotypus gleichförmig. Ähnlich wie bei Muskelarbeit fällt z. B. das Ergebnis eines Ermüdungsversuches

[1]) Kraus: Ermüdung als Maß der Konstitution. Bibliotheca medica. Abt. D. I. Heft 3. Jena. Fischer, 1897.

nach E. Weber für den Kreislauf (Herz, Vasomotoren), resp. die Prüfung der Verdauungsarbeit (Pawlow) im Sinne der „asthenischen" Kurve aus. Der asthenischen Reaktionsweise steht, wie wir sehen werden, eine „inerte" gegenüber.

Mit meinen Arbeitsversuchen bezweckte ich natürlich nicht die Einführung einer Betriebsmethode für Werkstätten zu empfehlen, viel eher schon bei gewissen Formen von Körperübungen ein richtiges Verhältnis zu gewinnen zwischen Sportleistung und den dafür aufgewendeten organischen Mitteln und eine haushälterische Verwertung der menschlichen Kraft je nach der Körperkonstitution anzubahnen. Daß ich vor allem den pathologischen Grenzfall berücksichtigte, wird man dem Arzte zugute halten. Bedenken hat es erregt, daß ich die geistigen Fähigkeiten und die sozialen Verhältnisse nicht sofort ausführlich einbezog. Ich habe seither mich bemüht, denen Kanon der Person für diese Zwecke vollständiger zu verwerten.

Unsere Haustiere können hinsichtlich ihrer körperlichen Kraftquellen bis zum Maximum der Leistungsfähigkeit ihrer Darmoberfläche herangezogen werden. In den Fabriks- usw. Betrieben ist eine vernünftige Budgetierung der menschlichen Kraft früher kaum ernstlich versucht worden. Hier hat F. W. Taylor[1]) mit seinem „scientific management" Wandel zu schaffen versucht. Während sonst jegliche Industrie die Tätigkeit der Maschinen sorgfältig kontrollierte, die Frage aber, wie die Arbeiter ihre Aufgabe zu lösen vermögen, letzteren selbst fast ausschließlich überließ, studierte Taylor jede einzelne Arbeit, jeden Handgriff, jede Bewegung, er schuf Normen für Verfahrungsweisen, bei deren Anwendung nicht bloß der Verlust an Zeit, sondern auch derjenige an Kraft am geringsten ist, und hielt die Arbeiter zur Anwendung der neuen Methoden an, so daß deren Arbeitskraft voll ausgenutzt wird, ohne sie, auch auf die Dauer, übermäßig anzustrengen. Taylor mußte sich dem Vorwurf aussetzen, er wolle unter dem Deckmantel der Wissenschaft die Arbeiter zum äußersten ausnützen, sie aber nicht im Verhältnis zur Mehrleistung auch mehr bezahlen. Wenn man jedoch die Maximalleistung eines Arbeiters bei einer bestimmten Arbeit feststellt, so braucht man deshalb durchaus nicht dieselbe als das fortgesetzte tägliche Arbeitspensum aufstellen; man kann sich, je nach den individuellen Verhältnissen, mit Teilen begnügen. Jegliche Erschöpfung läßt sich gerade durch Feststellung der Maximalleistung, ausschließen. Die angemessene Tagesleistung ist kein Gegenstand des Feilschens, sondern der wissenschaftlichen Untersuchung. Die Notwendigkeit der Anpassung an den Einzelbetrieb ist selbstverständlich. Maximale Produktion wird sich ferner nur erzielen lassen durch ein Zusammenarbeiten, bei dem jeder Einzelne die Arbeit verrichtet, zu der er am besten befähigt ist. So wird die Individualität jedes Einzelnen gewahrt, obwohl er unter dem dauernden kontrollierenden Einfluß vieler Anderer steht. Das Gedeihen der Gesellschaft wird gefördert, wenn der Arbeiter, nota bene mit demselben Kraftaufwand, das Mehrfache

---

[1]) F. W. Taylor, deutsch R. Rösler: Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung. München und Berlin, Oldenbourg, 1913; ferner Shop monagement, deutsch v. A. Wallichs Betriebsleitung, besonders der Werkstätten. 3. Aufl. Berlin 1913.

E. Abbe: Gesammelte Abhandlungen. Bd. 3. Jena 1906.

H. Boruttau: Arbeitsleistungen des Menschen. Teubner 1916.

H. Münsterberg: Psychologie und Wirtschaftsleben. 2. Aufl. Leipzig 1913.

W. Stern: Differentielle Psychologie. Leipzig 1911.

G. Schlesinger: Betriebsführung und Betriebswissenschaft. Berlin 1913.

von den Dingen erzeugt, welche für das ganze Volk von Wert sind. Wenn Menschen nicht zu Berufen und Arbeiten herangezogen werden, für die sie gemäß ihrer (körperlichen oder psychischen) Konstitution ungeeignet sind, und, wie die seitherige Erfahrung lehrt, auch gewöhnlich bleiben, so ist dies gleichfalls ein sozialer Vorteil.

Es muß als feststehend betrachtet werden, daß es — sehr häufig — eine absichtliche Minderleistung der Arbeiter gibt. Ursache ist die Langsamkeit und Schlaffheit vieler Individuen in allen Dingen und ein gewisser suggerierter kollektiver Widerstand einer Masse von Leuten in fast allen Betrieben. Die Einstellungsfähigkeit „auf den zweiten Wind" ist eine persönlich sehr verschiedene, sie ist geradezu ein Maß der physischen und geistigen Persönlichkeit. Schon an den Grenzen von Gesundheit und Krankheit geht dieses Anpassungsvermögen, ein fortgesetztes Arbeiten im äußersten Umfang der Akkomodationsbreite, verloren, kann, nach Verlust, auch wieder gewonnen werden. Man denke an das Training u. a.; es wächst der Mensch mit seinen größeren Zwecken.

Praktisch handelt es sich hierbei im allgemeinen natürlich nicht mehr bloß darum, welches Maximalquantum an Arbeit ein Individuum während einer kurzen Zeit zu vollbringen imstande ist, sondern, was die angemessene Tagesleistung eines „erstklassigen" Arbeiters ausmacht, was jahraus jahrein von einem Arbeiter erwartet werden darf, ohne daß er dabei körperlichen oder seelischen Schaden leidet. An dieser Stelle interessieren uns für den Gang unserer eigenen Darstellung jedoch zunächst bloß Klassen von Arbeit, bei denen sehr vorwiegend Erschöpfung die Grenze der Leistungsfähigkeit bildet, Arbeit, welche tatsächlich derjenigen des Last- und Rennpferdes zu vergleichen ist. Guter Wille, Ertragung von Anstrengung und eine gewisse Findigkeit sind allerdings nie zu entbehren. Beschäftigungen, bei denen noch andere Konstituenten der Person mit ins Spiel kommen, wollen wir dann später besprechen.

Die Arbeiter aller Gewerbszweige haben ihr Handwerk durch Nachahmung gelernt, es laufen dabei eine übergroße Zahl von Ausführungsmethoden für dieselbe Arbeit in der Praxis nebeneinander her. Um Zeit und Kraft zu sparen, muß deshalb methodisch jede kleinste Einzelheit der gewerblichen Arbeiten geregelt, alle unnötige Bewegung ausgeschaltet, langsame durch flinke, unökonomische durch sparsame ersetzt werden. Dann wird das erzielte „Pensum" zum System gemacht. Die zu leistende Arbeit wird von der Arbeitsleitung ausgedacht und festgelegt. Das Pensum bestimmt das Was und Wie. Genau wird auch die Zeit festgesetzt. Spezielle Studien, welche in betreff der Ermüdung unter diesen Umständen angestellt worden sind, wobei die Tagesleistung jedes Mannes in Meterkilogramm umgerechnet wurde, zeigten, daß bei Arbeiten, die als schwere körperliche zu charakterisieren sind (z. B. Verladen von Roheisen, Erdschaufeln, Legen von Ziegeln, also im allgemeinen Heben, Stoßen, Drehen u. dgl.), der Arbeiter bloß während eines bestimmten Prozentsatzes der Tageszeit tätig sein kann, z. B. beim Verladen von Eisenbarren im Gewicht von 40 kg 43%; 57% des Tages muß er ganz frei von Arbeit sein. Mit Abnahme des Gewichts steigert sich die Zeitspanne pro Tag, die zum Arbeiten verwendet werden darf. Bei 20 kg Gewicht des Barrens kann der Arbeiter 58% des Tages unter Last bleiben. Schließlich gibt es eine Last, die ein Mensch den ganzen Tag ohne Übermüdung zu tragen vermag. Natürlich besteht bei den verschiedenen Arten von körperlicher Tätigkeit keine konstante Beziehung zwischen Größe der aufgewandten Kraft und der Ermüdung. Den Nutzen des Pensumsystems mag man daraus entnehmen, daß

z. B. beim Roheisenverladen vorher jeder Einzelne etwa 12,5 t verladen hatte, während ein erstklassiger Arbeiter nach Einführung des scientific management es auf 47—48 t wenigstens bringen konnte. Es ist speziell für unsere Betrachtung sehr wichtig, daß auch schon bei so einfacher Arbeit individuelle Differenzen sich geltend machen. Obiges Pensum erreicht bloß ein Mensch unter acht! Deshalb muß auch hierbei schon jeder einzelne Arbeiter individuell behandelt werden.

Als vor Jahren in meinem (Grazer) Laboratorium nachgewiesen wurde, daß beim Arbeiten mit Hanteln u. dgl. Individuen, welche (ohne ihr Wissen) unmittelbar vorher Zucker gegessen, regelmäßig mehr leisteten, meinte ein Kritiker, diese Mehrleistung könne nicht auf den Zucker geschoben werden, weil letzterer dazu kalorisch nicht ausreiche. Ich sehe darin bloß eine unpassende Antizipation des „energetischen Imperativs[1])". Es gibt doch auch einen Intermediärstoffwechsel, und der Muskel ist keine gewöhnliche kalorische Maschine. Anders wird die Sache bei Dauerarbeit liegen. Jedenfalls hat der Gegenstand wiederum eine persönliche und eine organspezifische Seite.

Ist die Arbeit komplizierter, wird eine systematische Auslese der Arbeiter von größerer Bedeutung als andere Momente. Hier ist dann noch besonders die psychologische Prüfung ausschlaggebend, von welcher später die Rede sein wird. Die Anregung dazu hat auch schon Taylor gegeben.

Induktion.

20. Gewisse systematische Wechselwirkungen der lebendigen Substanz im zusammengesetzten Organismus verstehen wir nach meiner Meinung am besten im Sinne des Simultan- und Nach-„Kontrastes" („Wechselwirkung"), wie sie Mach und besonders Hering als wesentliche vitale Eigenschaft z. B. des Sehorgans erkannt haben. Mit dem Hinweis auf Zöllners und Fechners Anschauungen und in vollständiger Anlehnung an E. Hering[2]) kann man sich vorstellen, daß jedes Element eines aus „Mosaikelementen sich zusammensetzenden organischen Systems auch den Stoffwechsel seiner Umgebung mit beeinflußt, indem die Änderung des ersteren z. B. eine gegensinnige Änderung des letzteren verursacht. Umgekehrt wird der Stoffwechsel jedes Einzelteiles mitbestimmt durch den Stoffwechsel seiner Umgebung. Die Umgebung des Elementes wäre für jedes System in nicht völlig gleicher Weise insoweit zu verstehen, als sich die nicht bloß mit der Entfernung, sondern vielmehr mit anderen Verhältnissen abnehmende Wirkung des Elementes noch merklich erstreckt, woraus für letzteres ein wechselnder Wirkungskreis entsteht. Jeder innerhalb dieses Gebietes liegende Einzelteil vermag umgekehrt auch auf das erstgenannte Element zu wirken. Maßgebend für die Wirkung des Elementes auf die Umgebung wäre die Größe des Unterschieds zwischen seiner gleichzeitigen Dissimilation und Assimilation. Jeder Einzelteil, dessen Dissimilation größer ist als seine Assimilation, induziert in seiner Umgebung einen Zuwachs zu derjenigen Assimilation, welche hier ohnedies stattfinden würde. Jedes Element, dessen Assimilation größer ist, als seine gleichzeitige Dissimilation, bewirkt in der Umgebung einen Zuwachs zu der daselbst

---

[1]) W. Ostwald: Der energetische Imperativ. Leipzig 1912.

[2]) E. Hering: Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 2. Aufl. I. Teil. III. Bd. XII. Kap. Leipzig, Engelmann, 1911. Pflügers Arch., 41., 42. Bd. Sitzungsbericht Wiener Akad. math. naturw. Kl. 1874, 69, III.

A. v. Tschermak: Ergebnisse der Physiologie. 2. Jahrg. 2.

v. Kries: Nagels Handbuch, III. Bd. 1905.

anderweitig bedingten Dissimilation. Ein Teil, in welchem Dissimilation und Assimilation gleich groß sind, übt keinerlei Wirkung auf seine Umgebung. Bei demselben Verhältnis zwischen Dissimilation und Assimilation kann die Größe beider eine sehr verschiedene sein. Je größer — und zwar nach den Umständen auf Fläche oder Volum bezogen — die Menge der eigentlich lebendigen Substanz (des die Entwicklungsarbeit verrichtenden Idioplasmas) ist, desto größer ist die Menge des auf- und abgebauten Stoffes, desto größer ist der Stoffwechsel. Die Größe des Stoffwechsels ist aber daneben auch abhängig von der Stärke der alterativen (dissimilatorischen), resp. der tonischen Reize. Endlich drittens ist bestimmend für die Stoffwechselgröße die jeweilige Versorgung mit Ersatzmaterial. Auch die erwähnte Induktion ist in ihrer Stärke mit durch die Stoffwechselgröße beeinflußt. Jeder negative Zuwachs, den die Dissimilation eines Elementes durch eine solche Induktion erfährt, bedeutet (nach dem früher über die Heringsche Steuerung des Stoffwechsels Gesagten) einen gleichzeitigen positiven Zuwachs für die Assimilation und umgekehrt. Den durch Induktion bewirkten Zuwachs nennt Hering Indukt. Das in einem Elemente des Systems eben bestehende Indukt ist dann das summarische Ergebnis der vielfachen gleichzeitigen Wechselwirkungen zwischen den Einzelteilen. Da in der Umgebung eines Elementes Teile vorhanden sein können, die in entgegengesetztem Sinn auf dessen Stoffwechsel induzierend wirken und sich deshalb mehr oder weniger in ihrer Wirkung aufheben, so hat man sich das aus allen diesen Einzelindukten erwachsende Gesamtindukt nach Hering als die algebraische Summe sämtlicher Einzelindukte zu denken. Da jeder Dissimilationsüberschuß eine absteigende Änderung der physiologischen Wertigkeit des Elementes bedeutet, so wirkt in dem früher gewählten Beispiel von Induktion eine solche absteigende Änderung auch der anderweitig bedingten absteigenden Änderung entgegen (verlangsamend, aufhebend, in aufsteigende Änderung umkehrend), die schon vorhandene aufsteigende Änderung jedoch beschleunigend. Später werden wir das Vorstehende noch ergänzen durch Gedanken von Avenarius, nach denen in Wechselwirkung nur solche organische Partiarsysteme treten, welche gegenseitig sich Vitaldifferenzen (Schwankungen des dynamischen Gleichgewichtes) erzeugen, resp. solche aufheben.

A. v. Tschermak setzt auseinander, daß das hohe biologische Interesse des Kontrastes nicht bloß in der sekundären (gegensätzlichen) Erregung der Umgebungselemente besteht, sondern noch mehr darin, daß die Seitenwirkung eines Elementes auf seine Nachbarn den störenden Effekt von deren (gleichzeitiger) Mitreizung beschränkt. Dadurch werde der Kontrast, als regelmäßige physiologische Erscheinung der Wechselwirkung, zur Korrektur gegenüber den Unvollkommenheiten der physikalischen Reizverteilung: er ermögliche einen distinkten Endeffekt nach Einzelelementen bei diffusem Anfangseffekt nach Elementengruppen. Überall, wo Mosaikelemente im organischen System vorhanden sind, hat also der Reiz zweierlei Erregungen zur Folge, eine primäre am Reizorte, eine sekundäre endogene in der Umgebung. Schreitet ein Reiz über das Mosaik des Systems hinweg, so trifft er jede Stelle, auf welche er übertritt, bereits vorbereitet. Beide, die exo- und die endogene Erregung, stehen in einem Antagonismus. Simultan- und Sukzessivkontrast können sich unterstützen. Der simultane Kontrasteffekt ist gewöhnlich nur kurze Zeit deutlich und nimmt rasch ab. Komplizierend wirkt hier der Sukzessivkontrast. Die Kontrastwirkung steigt mit dem Zuwachs an

induzierendem Reiz. Es gibt individuelle Verschiedenheiten in Ausdehnung und Verlauf der Kontrastwirkung.

Bei (stark entwickelten) optischen Nachbildern ist im Anschluß an Verdunkelung des Auges nach Fixierung eines hellen Gegenstandes das Nachbild hell auf dunklem Grunde („positiv"). Wird jedoch eine gleichmäßig helle Fläche betrachtet, erscheint es dunkel auf heller Umgebung (also „negativ"). Zwischen beiden gibt es Abwechslung. Nach Helmholtz[1]) wäre an der betreffenden Stelle verminderte Empfänglichkeit gegenüber dem neu einwirkenden Lichtreiz vorhanden, daher bei Betrachtung heller Flächen das negative Nachbild. Wie anderweitige analoge physiologische Nachwirkungen müssen wir aber auch im Sehorgan Nachwirkungen des vorher einwirkenden Reizes annehmen: diesen entsprechend sehen wir bei Fehlen äußerer Reize an der vorher belichteten Stelle noch längere Zeit eine Helligkeit. Dadurch wird auch die Kombination von Positiv und Negativ verständlich. Nimmt man hiezu, daß wir auch bei vollständiger Verdunklung des Auges negative Nachbilder haben, so müssen wir entsprechend der Heringschen Reiztheorie schließen, daß der Empfindungszustand (speziell des Sehorgans) auch bei Abwesenheit aller äußeren Reize ein sehr verschiedenartiger sein kann. Die durch den Reiz hervorgerufenen (beschleunigten) Prozesse vollziehen sich somit stetig, aber in einem nach dem jeweiligen Zustande sehr veränderlichen Maße. v. Kries legt dies so aus: das Sehorgan unterliegt beständig dem Einflusse eines der Lichteinwirkung vergleichbaren inneren Reizes, dessen Effekt ebenfalls durch die Erregbarkeitszustände mitbestimmt ist. So kann eine vom weißen Licht getroffene Netzhautstelle ihre veränderte Empfänglichkeit gegen Reize längere Zeit festhalten, als die Nachwirkung des Lichtes selbst dauert. Ist die letztere geschwunden, wird noch v. Kries die betreffende Stelle auch im verdunkelten Auge wegen der veränderten Wirkung der inneren Reize mit einer anderen Empfindung, z. B. der eines tieferen Schwarz, sich von der Umgebung abheben. Dies führt uns zu einer, biologisch ganz allgemein notwendigen Sonderung des Wechsels der Reizempfänglichkeit aus endogenen Ursachen, die E. Hering „Stimmung" nennt, von den zeitlichen Verhältnissen der durch einen äußeren Reiz ausgelösten Erregungsvorgänge. Der Einfluß dieser Stimmung auf das Verhalten des Individuums ist gerade auch unter pathologischen Bedingungen höchst wichtig. Die Zustände aller unserer Organe sind demgemäß, auch bei Abwesenheit von äußeren Reizen, mannigfaltigen Schwankungen unterworfen, deren Betrag bei kranken Personen, besonders periodisch, nicht gering zu sein braucht. Äußere Reize wirken ihrerseits auf diese Zustände zurück. Aber auch die Stimmung modifiziert wiederum die Reizeffekte.

Zur Illustration des zuletzt Gesagten möge ein besonders klares Beispiel dienen. Die Hydroa vacciniformis s. aestivalis (Bazin), eine menschliche Hautkrankheit mit anfallsweise auftretenden Blasen und Geschwüren an den unbedekten Körperstellen unter dem Einfluß der Lichtstrahlen geht einher mit der Ausscheidung eines dem roten Blutfarbstoff nahestehenden Körpers im Urin. Durch das Tierexperiment und auch für den Menschen ließ sich nachweisen, daß die Haut durch diesen im Kreislauf zirkulierenden Stoff umgestimmt, d. h. gegen Lichtstrahlen empfindlicher wird. H. Fischer fand, daß bei gewissen Individuen, angeboren oder erworben, eine qualitative Anomalie im Abbau des Haematins zum Bilirubin sich herausstellt. Das entsprechende

[1]) Helmholtz: Handbuch physiologischer Optik. 2. Aufl. 1896.

Zwischenprodukt, das Porphyrin, hat Fischer aus Urin und Kot rein dargestellt. Dasselbe gelangt u. a. auch nach der Haut. Es ist an sich unschädlich, macht aber den Organismus gegenüber den leuchtenden Strahlen überempfindlich; kleine Tiere, denen diese Verbindung injiziert wird, gehen, der Sonne ausgesetzt, rasch zugrunde. Beim Menschen treten Blasen und Geschwüre auf. Man sieht hier auch deutlich den Zusammenhang der Entwicklungsarbeit (Mauserung des Blutes) und dem Verhalten eines Einzelorgans. Aus der Biologie niederer Organismen ließen sich sehr zahlreiche einschlägige Vorkommnisse von Sensibilisierung anführen.

Für unsere ganze auf die Person gerichtete Betrachtungsweise möchte ich hier, in Anlehnung an die Ideen E. Herings, nur nochmals darauf hinweisen, daß im Organismus, auch ohne die Einwirkung äußerer Reize, lediglich durch beständig wirksame endogene, aus der Entwicklungsarbeit (dem Stoffwechsel) stammende Faktoren, welche in den verschiedenen Individuen und wohl auch in derselben Person (periodisch?) variieren, Vorgänge der gleichen Art, wie die den spezifischen Energien der Vitalreihen adäquaten äußeren Reize zugehörigen, sich abspielen. Diese endogenen Reize haben dann verschiedene Erfolge, je nach der Disposition der Organspezifizität infolge ablaufender äußerer Erregungen.

Rein dissimilatorische Reize bewirken für sich absteigende, ermüdende Änderung der lebendigen Substanz, die Erregung wirkt vernichtend auf die Erregbarkeit. Wo die Stimmung („Umstimmung") Überempfindlichkeit setzt, liegt im organischen System eine geänderte Niveaueinstellung des Ab- und Aufbaues im Stoffwechsel vor. Nur wenn der Nachschub der Nahrungsbausteine nicht Schritt zu halten vermag, tritt dann trotzdem leicht Ermüdung ein. Ich wiederhole ausdrücklich, daß diese Darstellung nicht bloß figürlich genommen sein will, sondern reale Bedeutung beansprucht.

Demgegenüber fasse ich unter Irradiation alle Aberrationen der Reize über die entsprechende Vitalreihe und deren kürzeste Strecke zusammen. Die Induktion wirkt der Irradiation entgegen (vgl. oben S. 9). Die spezielle Fragestellung läuft im physiologischen Einzelfall immer darauf hinaus, wieso trotz diffuser Reizausbreitung eine kanalisierte Energieverausgabung möglich wird? Ich brauche kaum hinzuzufügen, daß ich hier nicht die Ausbreitung einer gleichsinnigen Miterregung des Mosaiks in einem organischen System (entgegengesetzt zur antagonistischen Wechselwirkung der Elemente) im Auge habe, sondern ein Hinausgreifen über die Glieder des speziellen Teilsystems.

Der Kontrast hat für mich nach allem nicht etwa bloß sinnesphysiologische Bedeutung. Für gewisse Sinnesgebiete ist allerdings der (Simultan-) Kontrast zwischen den Mosaikelementen mit präterminalem Antagonismus und Kompensation gewisser Erregungsarten physiologisch direkt erwiesen. Ich selbst aber vindiziere — mehr darüber im speziellen Teil — dem Kontrast ein allgemeines fundamentales biologisches Interesse wenigstens hypothetisch weit über diese Grenzen hinaus.

Man braucht keinen Rückfall in phantastische Konstruktionen zu fürchten. Es handelt sich, wie wir sehen werden, wiederum nur um Versuche der syzygiologischen Methode in der Pathologie resp. um Problemstellungen.

Beispiele sollen hier wenigstens andeuten, wie ich mir besonders die einschlägigen pathologischen Zusammenhänge denke. v. Pirquet[1]) hat festgestellt, daß die Haut

[1]) v. Pirquet: Allergie. 1908.

eines einmal geimpften Menschen oder Tieres bei der zweitmalig erfolgenden Impfung mit demselben Antigen in gesetzmäßig ganz anderer Weise reagiert als das erstemal (Verkürzung der Zeit bis zum Eintritt der Krankheitserscheinungen, rascher einsetzende, lebhafter verlaufende entzündliche Reaktion an der Impfstelle). Der Organismus, resp. die Haut ist also durch das erstmalige Überstehen der Krankheit (Impfung) in einen konstitutionellen Zustand veränderter Reaktionsfähigkeit versetzt („Allergie"). Da liegt also eine — streng spezifische — Umstimmung im obigen Sinne vor, als Begleiterscheinung der Folgen der Antigeneinwirkung auf den Organismus. Die große Tragweite dieser Erscheinung in diagnostischer Beziehung und für die theoretische Erkenntnis der Immunität braucht kaum mehr betont zu werden. Ich selbst möchte in diesem Zusammenhange nur darauf hinweisen, daß z. B. bei Bestehen eines Hautlupus (Gesicht) die an anderen Hautstellen vorgenommene Tuberkulinimpfung unter sonst vergleichbaren Bedingungen ein anderes Ergebnis hat, wie z. B. bei Lungentuberkulose. Die Lokalreaktion ist überhaupt schon bei erstmaliger Vornahme der Kutanreaktion eine stärkere; bei Wiederholung flackert an den früheren Impfstellen der (dort abgelaufene) Prozeß auf usw. Der Lupus selbst verhält sich verschieden. Die Haut ist allerdings auch als Sinnesorgan ein Mosaiksystem mit Kontrasterscheinungen usw. Ich glaube doch, die erwähnten pathologischen Vorkommnisse bieten naheliegende allgemeine Analogien.

Br. Bloch[1]) beobachtete Ähnliches bei Trychophytie. Infiziert sich ein Mensch mit einem pathogenen Trychophytonpilz, resp. wird ein Tier damit geimpft, so tritt, nach einer Inkubation, an der Impfstelle rasch zunehmende Entzündung auf, die mit reichlicher Vermehrung der Pilze einhergeht. Dazu kommen noch allgemeine Reaktionsvorgänge, regionäre Lymphknotenschwellung, Leukozytose, Fieber und allergische Phänomene (der Organismus, speziell die Haut, verhalten sich anders gegen Trychophytin, die Reaktion erfolgt, je nach der Einspritzung des letzteren in oder unter die Haut, mit lokalen oder allgemeinen Entzündungserscheinungen). Nach Ablauf dieser Vorgänge unterscheiden sich Organismus und Haut bezüglich des Aussehens scheinbar nicht von dem Zustand, indem sie sich vor der Erkrankung befanden. Aber auch noch jetzt reagiert die Haut, auf jede Einspritzung von Pilzextrakt hin, mit einer heftigen akuten Entzündung; werden zum zweitenmal lebendige Pilze geimpft, antwortet die Haut und der Organismus mit viel rascher einsetzenden, aber auch rascher abklingenden lokalen und allgemeinen Symptomen.

Alle diese pathologischen Umstimmungen äußern sich zunächst in erhöhter Empfindlichkeit gegenüber dem Antigen. Die biologische Bedeutung der Allergie liegt wohl in der Ermöglichung der allgemeinen und lokalen Gegenreaktion, wie sie als Krankheitserscheinung imponiert. Von höchster Bedeutung ist das Fortbestehen der Fähigkeit allergisch zu reagieren, längst nachdem die erstmalige Erkrankung erloschen ist. Die spezifische Überempfindlichkeit ist insofern auch Immunitätsbedingung, als der Organismus, wiederholt dem Antigen ausgesetzt, rascher und intensiver reagiert auf die Invasion, der Krankheitsprozeß wird verkürzt. Die Ähnlichkeit mit Vergiftung einer- und Ernährung andererseits springt in die Augen.

Der Mechanismus, durch welchen der Stoffwechsel einer Stelle des organischen Systems, nach seiner Art (Dissimilation, Assimilation) mitbestimmend wirkt auf die glei-

[1]) Br. Bloch: Corr.-Bl. Schweizer Ärzte 1917, Nr. 31.

chen Faktoren des Stoffwechsels der Umgebung, ist für unsere Spezialfälle und überhaupt wohl zum Teil in den Hormonwirkungen gegeben.

Man beginnt erst in neuester Zeit physiologische Wechselwirkungen und pathologische Korrelationen der endokrinen Organe bestimmter zu unterscheiden, um zu einer synthetischen Betrachtung des Ganzen zu gelangen. Die Fragestellung, ob innere Sekretion im engeren Sinn, ob Entgiftung, hat sich z. B. für den Schilddrüsenapparat als mit starken Vorurteilen verbundene erwiesen. Vielleicht wird sich, was wir hier bisher Entgiftung nennen, völlig aus Veränderungen erklären, welche die Schilddrüsenstoffe im Stoffwechsel des Körpers verursachen.

Wenn Form-, Stoff- und Kraftwechsel in den lebendigen Substanzen als grundsätzlich doppelsinnige Veränderung sich darstellen, dergestalt, daß ein chemisch-physikalischer Mechanismus mit der dissimilatorischen, katenergetischen, reduktiven Phase die assimilatorische, anenergetische, differentiative Komponente abhängig verbunden macht, wird ein dauernder (nervöser, Hormon-) Reiz durch Adaptation zu einer besonderen Zustandsbedingung. Indem der Reiz scheinbar unwirksam wird, ändert sich in charakteristischer Weise Erregbarkeit, Arbeitsbereitschaft, Leistungsfähigkeit. Bestand vor Einwirkung des Reizes „autonomes" Stoffwechselgleichgewicht, liegt auch dann ein solches, allerdings ein anderes, „allonomes", vor, in welchem aber wiederum Dissimilierung und Assimilation im dynamischen Gleichgewicht stehen. A. von Tschermak[1]) stellt nun den „alterativen" Innervationen (dissimilierenden Charakters) die „kontinuierlich tonischen", die von ihm jenem Einfluß eines durch Adaption im Heringschen Sinne zur besonderen Zustandsbedingung gewordenen äußeren Reizes gleichgesetzt werden, gegenüber. Den Nervenreizen können hormonale in dieser Beziehung analog gedacht werden. Im allonomen Gleichgewicht antwortet dann das Gebilde natürlich anders auf die gewöhnlichen alterativen Reize als im autonomen. So läßt sich das kurvenmäßig darstellbare geänderte Verhalten z. B. eines glatten Muskels vor und nach der Denervierung beziehen auf verschiedenes Verhalten im auto- und allonomen Gleichgewicht, resp. auf das Fortgefallensein der Adaptierung der lebendigen Substanz an einen Dauerreiz im Heringschen Sinn. In Anlehnung an v. Tschermak wird auch uns wahrscheinlich, daß diese kontinuierliche Innervationsweise, resp. Reizungsart nicht bloß als „Kineo"tonus, sondern auch, überall, wo das Problem „trophischer" Beeinflussung (eingeschlossen den hämatopoetischen Apparat und die „morphogenetischen" Stoffe) aufgeworfen wurde, wenigstens als Hypothese für die weitere Forschung in Betracht kommt. Was, aus endokrinen Organen stammend, die Rolle von spezifischen Reizen zu spielen scheint, würde in erster Linie die Bezeichnung: Hormone verdienen. Aus dem gesamten klinischen und experimentellen Tatsachenmaterial müssen wir aber, glaube ich, entnehmen, daß z. B. gerade die Wirkungen der Schilddrüsenstoffe nicht in den Rahmen gewöhnlicher alterativer (dissimilatorischer) Reizungen fallen, sondern daß in den durch sie erhaltenen Dauerzuständen die sonstigen alterativen exo- und endogenen Reize anders wirken, u. a. auch das (gleichfalls alterative) Adrenalin. Speziell die Stoffwechselerhöhung durch die Schilddrüse ist ferner durchaus nicht einfach eine Steigerung von Dissimilationen, sie stellt sich vielmehr als geänderte

[1]) A. v. Tschermak: Physiologie des Gehirns. Nagels Handbuch, Bd. 4. Zentralblatt für Physiologie, 20. Bd., 1906. Pflügers Archiv, 119. Bd., 1907.

Niveaueinstellung dar. So erhöhen die Schilddrüsenstoffe sehr erheblich die Kalorienproduktion des Myxödemkranken, sie verursachen aber kaum eine weitere Zunahme beim Basedow-Patienten, der schon vorher eine, wenn auch bloß mittlere Umsatzsteigerung aufweist. So allein erklärt es sich auch, daß die Thyreoideastoffe gleichzeitig als dissimilatorischer Reiz (Steigerung des herabgesetzten oder normalen Stoffwechsels in allen Hauptrichtungen, der Herzaktion, fördernde Wirkungen auf Nebennieren, Hypophyse) und daneben als assimilatorischer Einfluß (Beschleunigung des Knochenwachstums, der Keimdrüsenentwicklung, Pankreashemmung) eine Rolle spielen. So versteht man ferner, daß die Schilddrüsenstoffe in der Zeit des größten Wachstums anders wirken wie im entwickelten Organismus, daß sie in der erwähnten Periode den Stoffwechsel für das Wachstum ökonomisieren, u. a. Stellen wir im Sinne der Heringschen Reiztheorie Form-, Energie- und Stoffwechsel auf eine biologische Stufe, so gehört zu jedem Aufbau, zumal zu einem dauernden, von selbst auch stärkere Dissimilierung. Ich erinnere z. B. hier wieder an das Stoffwechselgeschehen im rasch wachsenden Karzinom nach den Untersuchungen Petrys (vgl. oben S. 189). Ein alterativer, rein dissimilatorischer Reiz bewirkt als solcher eine absteigende „ermüdende" Änderung der lebendigen Substanz, die Erregung wirkt vernichtend auf die Erregbarkeit. So liegen aber die Dinge z. B. im Morbus Basedowii nicht, weder im Stoffwechsel noch im Kreislauf. Die trotzdem oft rasch hinzukommende geringere organische Leistungsfähigkeit im erhöhten Tropho-, Kineo- usw. Tonus wird für sich daraus verständlich, daß im allonomen Gleichgewicht die anderen vitalen Bedingungen (Nachschub von Nahrungsbausteinen u. a.) nicht Schritt halten.

Es ist bisher noch unmöglich abzumessen, wieviel von den Einflüssen endokriner Organe ausschließlich über das Nervensystem geht und was direkt chemisch auf die Erfolgsorgane wirkt. Überdies steht die innere Sekretion selbst unter Nerveneinwirkung. Die Aufstellung einer stoffwechselfördernden Gruppe von Blutdrüsen mit sympathischer Innervation, welche ebenso, wie sie sympathische Fasern erregt, parasympathische Nerven hemmt, und einer in allem entgegengesetzt sich verhaltenden retardativen Gruppe scheint, wenigstens vollständig, nicht durchführbar. Obwohl unmittelbar tatsächlich meist bloß fördernde und hemmende Wechselwirkung im weiteren Wortsinn gegeben ist, sind seit jeher bei Störungen der inneren Sekretion die Korrelationen der endokrinen Organe einseitig aus dem Gesichtspunkt des Antagonismus aufgefaßt worden. Natürlich können innere Sekrete antagonistische Wirkungen am ehesten durch Beeinflussung physiologisch vorhandener (nervöser) Antagonismen ausüben. Gerade daraus jedoch, daß den Angriffspunkt der Hormone wirklich vielfach das vegetative Nervensystem darstellt, und zwar so, daß ein absoluter Antagonismus zweier einheitlich gedachter Teilsysteme desselben nicht supponiert werden kann, erklären sich die bekannten Verwicklungen und Verschwommenheiten der Synergien in der inneren Sekretion. Die (zum Teil je nach der Tierart wechselnden) Innervationen durch Sympathikus oder Parasympathikus dienen nicht verschiedenen Funktionen, sind z. B. nicht ausschließlich fördernd oder hemmend für ein bestimmtes Organ; beide Teilsysteme senden eventuell der gleichen Funktion dienende Fasern zum gleichen Organ, z. B. zur doppelinnervierten Blase. In beiden Systemen fließen ferner die Erregungen nach den Nervenendigungen und auf Teile des Erfolgsorganes. Gewisse Gewebe äußern, wenigstens unter bestimmten

Bedingungen, eine eigenartige Autonomie, z. B. die Pupille nach der Denervation. So kommt es, daß schon eine chemische Differenzierung funktionell verschiedener Fasern des letzten Endes des vegetativen Nervensystems konsequent nicht überall durchführbar scheint: erstreckt sich auch z. B. die Atropinwirkung vorwiegend auf die fördernden Fasern des Parasympathikus, bildet doch die Lähmung des Herzvagus eine wichtige Ausnahme usw. Noch viel weitgehender ist die vielfältige und vielgestaltige Elektion bei den synergistischen und antagonistischen Wirkungen der Hormone, wie sie nicht bloß in experimentell hervorrufbaren chemischen Korrelationen zutage tritt, sondern ebenso auch in den klinischen, von den Blutdrüsen abhängigen Krankheitsbildern. Wenn es schon überhaupt schwierig ist, aus antagonistischen Versuchen die Angriffspunkte verschiedener Gifte toxikologisch sicher festzulegen, so kommt bei Störungen der inneren Sekretion noch hinzu, daß bisher die Erkenntnisquellen so beschränkt sind. Damit soll keineswegs bestritten werden, daß, ebenso wie bestimmte innere Sekrete überhaupt zu ganz bestimmten Organsystemen eingeschränkte Beziehungen haben, die sympathische und parasympathische Innervation auch auf unserem Gebiete wirklich teilweise im gewöhnlichen Sinne antagonistisch sich verhält und dabei an peripherische Mechanismen geknüpft ist. Wichtiger aber als das Problem eines solchen gewöhnlichen Antagonismus scheint mir für die Pathologie die Frage, wieviel von den Zuständen größerer Erregung und Erregbarkeit bei den an die endokrinen Organe geknüpften Krankheitsbildern zentraler Natur ist, wieviel auf peripherische Vorgänge im Sympathikus zu beziehen kommt und was endlich im autonomen Leben der lebendigen Substanz selbst liegt.

Ich selbst betrachte die Blutdrüsen nach Maßgabe experimenteller, pathologisch-anatomischer und klinischer Tatsachen wirklich als eine Art von organisch-systematischem Mosaik, dessen Verbindung ebensowohl intrahumoral wie durch das vegetative Nervensystem hergestellt ist. Man kann nicht, wie es Falta früher versucht hat, ohne Weiteres annehmen, daß im System die eine Blutdrüse die andere einfach kompensatorisch zu ersetzen vermag. Z. B. kann eine Herabsetzung bestimmter Wachstumsfunktionen von verschiedenen endokrinen Organen her zustandekommen (Ausschaltung der Schilddrüse, Reduktion der Hypophyse): aber Myxödem und hyperphysäre Dystrophie sind doch recht verschiedene Dinge. Im Sinne des Differentionsprinzips hat eben jede Drüse mit innerer Sekretion eine spezielle Aufgabe. Erschwert ist das Urteil über eine bestimmte Blutdrüse in der ganzen Gruppe dadurch, daß zwischen Beeinflussungs- und Erfolgsorgan vielfach eine ganze Reihe anderer Gewebe eingeschaltet ist, wodurch die schließlich resultierende Funktionsänderung oft verschleiert wird. Aber wenigstens teilweise durchsichtig sind Beziehungen im System der endokrinen Organe analog dem Verhalten der Haut- und Retinaelemente, so daß hier Induktionsgesetze nach Art des Simultankontrastes und einschlägige physiologische Zustände verwertet werden können. Aus diesem Gesichtspunkte ist das endokrine System von größter Wichtigkeit im Phänotypus. Erfahrungsgemäß vermittelt es auch eine somatische Induktion auf Gonaden und (indirekt) auf das Idioplasma und räumt so teilweise gewisse prinzipielle Bedenken gegenüber einer Vererbung erworbener Eigenschaften aus dem Wege. Die rechtzeitige Reifung der einzelnen Blutdrüsen und ihr vegetatives Eingreifen offenbart während der Ontogenese und der ganzen Individualitätsphase die genotypische Konstitution, indem dieselben in der Manifestationszeit und Realisierungs-

art, gleiche Lebenslage vorausgesetzt, durch letztere vorbestimmt sind. Die Induktionen auf den Stoffwechsel mag ein Beispiel illustrieren. Zum artgemäßen Kohlehydratstoffwechsel, resp. zur Mobilisierung der Kohlehydrate stehen in Beziehung: Nervensystem, Leber, Pankreas, ferner Nebennieren, Schilddrüse, Hypophyse bzw. eine Wechselwirkung sämtlicher Drüsen mit innerer Sekretion. Nach Embdens Untersuchungen sind in der Leber Zuckerabbau und Zuckerbildung (beide über Milchsäure) Ausdruck einer und derselben im bestimmten Sinne reversiblen Funktion. Bei der diabetischen Störung des Kohlehydratstoffwechsels liegt eine Verschiebung der den Zuckerauf- und -abbau beherrschenden Gleichgewichtsreaktion in Richtung der Synthese vor. In den Organen (etwa in den Muskeln der hinteren Extremitäten) verläuft im experimentellen totalen Pankreasdiabetes die Glykolyse wie in der Norm. Blutzellen pankreas-diabetischer Tiere zerstören ebensoviel Zucker wie solche gesunder Tiere. Das Pankreashormon scheint also für den Zuckerverbrauch der Körperzellen nicht unbedingt notwendig zu sein, sondern vor allem wahrscheinlich für das dynamische Gleichgewicht des Kohlehydratstoffwechsels in der Leber. Zusatz von Adrenalin zum Blut einer künstlich durchbluteten Leber führt zu einem starken Anstieg des Zuckergehalts des Durchströmungsblutes. Darin lassen sich schon vielfach Induktionen in ihrer allgemeinen Richtung erkennen (die diabetische Hyperglykämie ist ein Reizsymptom), die näheren Gesetze wären zu ermitteln. Man sieht auch, wie z. B. Thyreoideastoffe „sensibilisierend" sind für Adrenalin usw. Ferner wird es bei Zugrundelegung der Heringschen Induktionslehre von vornherein klar sein, daß man nicht für alle Fälle irgendein und dasselbe endokrine Organ in den Mittelpunkt stellt, um den sich alles drehen soll. Nicht bloß die natürlichen Krankheitsbilder, auch experimentelle Syndrome bestätigen diese Voraussetzung.

Das organische System und die Vergangenheit.

21. Es ist früher (vgl. oben S. 53) bereits im allgemeinen betont worden, daß das organische System unmittelbar jeden vorausgegangenen (physiologischen) Zustand übernimmt, der letzte hält alles erfaßt und eingeschlossen, was sämtliche früheren enthalten hatten. Einfachste und gröbste, sozusagen symbolische, mechanische Paradigmate wurden kurz angeführt. Sie sind aber natürlich nichts weniger als erschöpfend gewesen.

Die heutige Physik hat sich wiederholt bie Frage vorgelegt, ob die Änderung des Zustandes eines Systems völlig bestimmt ist durch den augenblicklichen Zustand, resp. ob die Naturgesetze restlos darzustellen sind durch Differentialgleichungen. Einer lehrreichen Zusammenstellung und Kritik Th. v. Kármáns[1]) entnehme ich, z. T. wörtlich, das Folgende. Speziell verweise ich meine Leser auf ein Studium der einschlägigen Arbeiten Volterras[2]). Zunächst wäre z. B. die elastische Nachwirkung heranzuziehen, welche eine Abänderung des Hookeschen Gesetzes erfordert, nach welchem Kraftwirkung und Deformation elastischer Körper proportional sind. Die elastische Nachwirkung zeigt, daß überhaupt keine eindeutige und wechselseitige Beziehung zwischen den beiden Größen besteht. Beim Aufhören der Spannung verschwindet nicht gleichzeitig die Deformation. Ähnliche Nachwirkungen

---

[1]) Th. v. Kármán: Naturwissenschaften. 4. Jahrg., H. 33. 1916.

[2]) V. Volterra: Drei Vorlesungen über neuere Fortschritte der mathematischen Physik. Leipzig. Teubner, 1914. Arch. der Mathematik und Physik, 22. Bd.

existieren aber fast in allen Gebieten der physikalischen Erscheinungen. v. Kármán macht speziell die elastische Nachwirkung durch die Vorstellung der inneren Reibung verständlich, welche eine Funktion ist der Deformationsgeschwindigkeit. Aber es gibt nach ihm Erscheinungen, welche sich einer solchen Vorstellung grundsätzlich nicht fügen, obwohl sie auf dieselben Gründe zurückzuführen sind, wie die elastische Nachwirkung. Kármán führt z. B. die Maxwellsche Relaxation an, welche ebenfalls Analogien hat in allen Gebieten. Die Relaxation besteht darin, daß der Kraftbedarf bei konstant gehaltener Dehnung eines Drahtes abnimmt, der Draht „entspannt" sich. Ein von Maxwell aufgestelltes Relaxationsgesetz erklärt, wie Kármán ausführt, ebenfalls nicht alle Nachwirkungserscheinungen. Es gibt solche, die sich keinem (gewöhnlichen) Differentialgesetz fügen. Ein charakteristisches Beispiel ist folgendes. Erteilt man einem Draht eine Verdrehung nach rechts und hält man ihn in diesem Zustand einige Minuten, worauf er, statt einfach entlastet zu werden, im entgegengesetzten Sinn, nach links, verdreht wird, und zwar um denselben Winkelbetrag, jedoch nur für ganz kurze Zeit, um schließlich plötzlich freigelassen zu werden, so geht die letztere, die Linksdrehung, allmählich zurück. Statt aber in Ruhe zu kommen, verdreht sich der Draht nochmals im anderen Sinne nach rechts und kommt dann erst in die Ruhelage ganz langsam zurück. Diese nachträgliche Rechtsdrehung ist um so stärker, je länger die erste Deformation gedauert hat, resp. je intensiver sie gewesen ist.

Kármán schließt sich der Annahme an, daß der weitere Verlauf im vorstehenden Falle nicht einfach bestimmt ist durch den augenblicklichen Spannungs- und Deformationszustand. Es spielt vielmehr die Vergangenheit herein, die Deformationen, welche der Draht durchgemacht hat, die Stärke und Dauer derselben. Er verweist auf Boltzmann, welcher diese Erscheinungen erklärte, indem er der Materie, sei es auch nur formal, ein Gedächtnis, ein Erinnerungsvermögen zuschreibt. Bekanntlich hat ja auch E. Hering in einer berühmt gewordenen Akademierede speziell der lebendigen Substanz ganz allgemeine Gedächtnis vindiziert. Bezüglich des Drahtes wäre also folgendermaßen zu argumentieren: die zweite Deformation, weil von kurzer Dauer, klingt in der Erinnerung der Materie rasch ab, die Erinnerung an die erste langdauernde Verdrehung kommt wieder zum Vorschein, daher die zweite „spontane" Rechtsdrehung, welche erst allmählich auch schwindet. Es ist immerhin bemerkenswert, daß eine solche Erklärung sämtliche Nachwirkungserscheinungen umfassen würde. Die Gesetze dieser „Erinnerung der Materie" lassen sich, wie bei Kármán nachgelesen werden möge, mathematisch fassen. Das Charakteristische des einschlägigen „Erinnerungsansatzes" ist die Annahme, daß der momentane Wert von Spannung und Dehnung durch Werte bestimmt wird, welche das System zu anderen Zeiten angenommen hatte. Die abgeleiteten Gesetze sind dann nicht mehr eine Differential-, sondern eine Integralgleichung, bzw. eine Integral-Differentialgleichung. Die Grundlagen zur weiteren mathematischen Behandlung dieser allgemeinsten Form physikalischer Gesetze hat Volterra gegeben. Die zitierten Vorlesungen sind den von der Vorgeschichte des Körpers abhängigen Erscheinungen und der Entwicklung von grundlegenden Theoremen über Integral-Differenzialgleichungen gewidmet. Voltera selbst spricht bemerkenswerterweise von einer Mechanik mit Vererbungserscheinungen („Hereditât" der Materie).

Kármán hält es aber für möglich, die Vorstellungen, nach welchen primär

gesetzmäßige Beziehungen bloß zwischen gleichzeitigen Ereignissen bestehen können, aufrecht zu erhalten. Alle Ansätze der physikalischen Theorien, wo Verzögerungs-, resp. Erinnerungserscheinungen auftreten, sind rein phänomenologisch, sie suchen Beziehungen zwischen direkt meßbaren Größen. Auf die Einzelvorgänge in Molekulardimensionen, aus welchen diese meßbaren Vorgänge durch Mittelwertbildung hervorgehen, nehmen sie keine Rücksicht. Nun wäre es, nach Kármán, denkbar, daß, obwohl jede Einzelbewegung einfachen Differentialgesetzen folgt, zwischen den Mittelwerten solche Beziehungen nicht mehr konstruiert werden können. Die Vorgänge im Augenblick sind zwar völlig bestimmt durch den Zustand des Systems in demselben Augenblick. Aber der Zustand ist nicht bestimmt durch die Mittelwertgrößen, wie Spannung und Dehnung usw. Es müßten die Koordinaten und Geschwindigkeiten des molekularen Systems herangezogen werden.

Man kann Kármán darin vollkommen beipflichten. Es ist von vornherein mißlich, aus der Psychologie des Gedächtnisses auf materielle Vorgänge z. B. bei der organischen Vererbung, bei Adoption früherer physiologischer Zustände usw. zu schließen. Für unsere spezielle Betrachtung ist es gleichgültig, wie im Einzelnen das System die Vergangenheit adoptiert. Es ist ganz plausibel, daß in letzter Linie die Änderung jedes Zustandes ausreichend bestimmt ist durch den augenblicklichen Zustand. Ja es scheint mir geradezu wahrscheinlich, daß auch die organischen Grundlagen des psychologischen Gedächtnisses im augenblicklichen Zustand begründet sind.

Periodenbildung.

22. Die allgemeinsten Bedingungen der Periodenbildung sind schon angeführt worden. Wir haben gesehen, daß der Organismus auch hier als stationäres Gebilde eigener Art wirksam wird. Der Effekt des Energieverbrauchs reguliert nicht einfach die Nachfuhr von Energie, es bleibt nicht ein völlig gleicher Zustand erhalten. Die erwähnte gegenseitige Bedingtheit ist nicht völlig synchron, es treten Schwankungen um mittlere Zustände ein (vgl. oben S. 103[1]). In Herings Sprechweise erfolgt dieses Schwanken um den Zustand des Gleichgewichts zwischen Dissimilation und Assimilation in regelmäßigem Wechsel. Auf- und absteigende Änderung schwanke derart hin und her, daß in der Zeit der aufsteigenden Änderung die vorhergegangene absteigende wieder vollständig ausgeglichen wird. Eine solche periodisch tätige lebendige Substanz, gleichviel wie kurz oder lang die Perioden sind, ermüdet nicht, sofern nicht ihre Assimilierungsbedingungen gestört oder ihre Dissimilation nicht durch andere Einflüsse übermäßig gesteigert werden. Innerhalb gewisser Grenzen ist sie befähigt, sich auch veränderten Assimilations- und Dissimilationsbedingungen, bzw. Assimilations- und Dissimilationsreizen anzupassen, woraus sich dann sowohl Änderungen der Periode, als des Ausmaßes der einzelnen Änderungen ergeben können. Periodische Tätigkeit, bei welcher die ab- und aufsteigenden Einzeländerungen sich nicht gegenseitig ausgleichen, führt zu einer Abweichung der durchschnittlichen Wertigkeit der lebendigen Substanz, welche man, wenn sie eine absteigende ist, Ermüdung nennt[2]). Unsere bisherige Darstellung paßt sich dem leicht an.

Rhythmus und Periodizität sind ein wichtiges Organisationsprinzip. Schon

[1]) W. Ostwald: Naturphilosophie. 3. Aufl.

[2]) Vgl. E. Hering: Lotos. N. F. IX. Bd. 1888. Zur Theorie der Nerventätigkeit. Veit, Leipzig 1899.

die Individualitätsphase selbst ist ein Beweis, daß alle organische Entwicklung in einer eigenartigen Welle erfolgt. Johannes Müller sagt: „Die organischen Körper sind vergänglich; indem sich das Leben mit einem Schein von Unsterblichkeit von einem zum andern Individuum erhält, vergehen die Individuen selbst.“

Ob die als Scheintod des Menschen, sowie die als Schlaf der Fakire bezeichneten Zustände hierher gehören, ist unsicher. Dem Buche R. Schmidts[1]) entnehme ich in betreff des letzteren folgende Angaben: Sich lebend (als Scheintote) begraben lassen ist eine seltene, aber doch wohlbekannte Praktik der Hindu-Büßer. Die Dauer der Eingrabung beträgt wenige Tage bis zu 6 Wochen. Es gibt auch in neuerer Zeit Fälle mit tödlichem Ausgang. Die ältesten Zeugnisse hierüber stammen von Reisenden aus der Mitte des 17. Jahrhunderts. Bekannt sind Braids Schilderungen[2]). Besonders Garbe hat den Gegenstand behandelt[3]). Berühmt ist durch einschlägige Veranlagung und durch Trainieren ein gewisser Haridas geworden. Vielleicht handelt es sich um Katalepsie. Ob narkotische Mittel in Betracht kommen, ist unentschieden. Der Vorgang selbst wird so geschildert, daß der Fakir, auf einer Leinwand sitzend, zunächst seinen Scheintod herbeiführt. Nach dem „Entweichen jedes Lebensfunkens“ wird er in die Leinwand eingewickelt, diese versiegelt und in eine verschlossene Kiste getan. Letztere wird vergraben und darüber Gerste gesät, ringsherum eine Mauer aufgeführt, eine Wache hingestellt usw. Ärzte sind manchmal dabei gewesen. Aber eine Beschreibung alles medizinisch Wesentlichen fehlt. Beim Ausgraben wird der Fakir „kalt und starr“ gefunden. „Mit Mühe“ wird derselbe, durch Anwendung von Hitze auf den Kopf, durch Lufteinblasen in Ohren und Mund, durch Reiben des Körpers „zum Leben zurückgebracht“. Der abgeschorene Bart wächst während des Scheintodes (selbst in 4 Monaten (?)) nicht nach. Gegen Betrug spricht, daß die Begleiter des Sterbekünstlers es ihm nicht nachmachen können. Es wird erzählt, daß solche Fakire das Zungenbändchen zerschnitten haben, so daß die Zunge bei dem Experiment sehr weit zurückgelegt, die Öffnung der Nasenhöhlen im Rachen bedeckt und „die Luft im Kopf eingesperrt“ gehalten werden kann. Anfänger sollen sich beim „Experiment der Erstickung“ für den Scheintod Augen, Nasen und Ohren zudrücken, „weil die natürliche Hitze die im Kopf eingesperrte Luft so gewaltsam herauszutreiben sucht, daß die Teile, welche an den Druck der Expansion noch nicht gewöhnt sind, öfter zerplatzen“. Zur Übung in dieser Kunst soll gehören: Langes Anhalten des Atmens, Hinabschlingen eines schmalen Leinwandstreifens (zum „Ausputzen“ des Magens), das Aufziehen einer beliebigen Menge Wassers durch den After (Gedärmreinigung). Es werden auch Purgiermittel genommen, und vor dem Versuch knappe Milchdiät eingehalten. Beim Experiment selbst verstopft der Fakir alle Körperöffnungen mit Wachs, legt die Zunge nach oben umgeschlagen tief in den Rachen zurück und „erstickt sich“ durch Atemanhalten. Bei der Wiederbelebung wird vor allem die Zunge hervorgezogen, worauf ein warmer Teig auf den Körper gelegt, in Lungen und Ohren Luft geblasen wird. Unter beständigem Reiben wird der Fakir langsam zum Bewußtsein gebracht.

[1]) R. Schmidt: Fakire und Fakirtum. Berlin, Barsdof, 1908.
[2]) Braid: Der Hypnotismus. Deutsch von Preyer. Berlin 1882.
[3]) Garbe: Beiträge zur indischen Kulturgesch. Berlin 1903.

Wieviel hiervon Wahrheit und Dichtung ist, läßt sich nicht entscheiden. R. Schmidt berichtet von einem Fakir, der ein Jahrhundert unter der Erde zugebracht und, dem Leben wiedergegeben, viel aus alter Zeit erzählt habe. Schmidt verweist im Zusammenhang damit selbst auf die Sage des kretischen Epimenides, der 40 Jahre in einer Höhle schlief, und an die heiligen sieben Schläfer, die erst nach 155 Jahren erwachten.

Besonders wichtig sind in allgemein biologischer Beziehung „Ruhe"perioden, bzw. Stillstände des vitalen Geschehens, wenigstens bestimmter in die Augen springender physiologischer Funktionen. Teils handelt es sich um die Folgen ungünstiger Bedingungen der Lebenslage. Zum Teil aber sind sie davon unabhängige, „autogen" vitale Untätigkeitszustände. Besonders in der Botanik werden Ruheperioden beschrieben bezüglich des Wachstums, trotz vor sich gehenden Stoffwechsels (Atmung). Solche Zustände sind vielfach bestimmt durch den Entwicklungsgang der betreffenden Spezies. Wichtig ist, mit Rücksicht auf das Folgende, die „sensible" Periode der Pflanzen, während welcher eine Beeinflussung z. B. durch Kälte, spärliche Nahrungszufuhr bestimmend werden kann noch für viel spätere Reaktionen. Bemerkenswert ist, daß bei einschlägigen Störungen die eigentliche Periodizität des Entwicklungsganges nur — zeitlich — verschoben, im wesentlichen aber nicht berührt wird. Auch das periodisch abnehmende Wachstum der Pflanzen versuchte man auf Stoffwechselzustände zurückzuführen (Mangel an Enzymen, an Zucker?). In Wirklichkeit ist ein Fehlen von Enzymen oder löslichen Nahrungsstoffen in ruhenden Zwiebeln, Knollen, Samen nicht nachgewiesen. Es hat sich gezeigt, daß Keimen, Treiben usw. die Intensität der Lösung der gespeicherten Stoffe, also den Stoffwechselverlauf bestimmt, aber nicht umgekehrt. Höchst charakteristischerweise sind die Wachstumsschwankungen primäre.

In bezug auf die „Ruhe"knospen (Ruheperioden der Winterknospen unserer Sträucher und Bäume), über die „Johannistriebe" (Fagus, Quercus) möge sich der Leser aus den Handbüchern der Botanik unterrichten[1]).

Auf niederen Stufen des Tierlebens (Infusorienkulturen) beobachtet man Abnahme und Wiederanschwellen der Teilungsenergie (Calkins[2]) „Teilungsrhythmen"). Woodruff und Erdmann bringen dies in Beziehung zu Kernveränderungen. Eine besonders große lebenverlängernde Rolle spielen ferner die tierischen Ruhezustände[3]) Winterschlaf, Schlaf, „latentes" Leben, „Dauer"eier, überdauernde Entwicklungszustände der Bandwürmer, Einkapseln u. a.). Bei den Spongien, den Hydroidpolypen usw. ist das „Winterstadium" auch mit einer Vereinfachung des Baues verbunden. Bei diesen Ruhezuständen kann es geschehen, daß nur einzelne Körperpartien (Entwicklungsstadien) dahin gelangen, oder der ganze Tierkörper.

Der Winterschlaf gewisser Tiere und analoge Erscheinungen sind eine „aitiogene" Erscheinung mit herabgesetztem Stoffwechsel. Kohlenoxydvergiftung soll bei Mäusen etwas Ähnliches bewirken. Die Herabsetzung der Lebensprozesse im Winterschlaf erreicht einen beim gewöhnlichen Schlaf niemals vorkommenden Grad. Die Temperaturregulierungsmechanismen versagen, der Warm- wird dem Kalt-

[1]) W. Johannsen: Handwörterbuch der Naturwissenschaft. VIII. Bd. Fischer, Jena 1915.
[2]) Calkins: Journ. exp. Zool. Vol. I. 1904.
Korschelt: l. c.
[3]) Korschelt: l. c.

blüter ähnlich. Die Verminderung des Stoff- und Energieumsatzes ist mit Erregbarkeitsherabsetzung verbunden. Besonders die Oxydationsprozesse des Winterschläfers sind eingeschränkt, der spärliche Zerfall der lebendigen Substanz verläuft z. T. anoxydativ. Im natürlichen Schlaf überwiegt gerade relativ der Sauerstoffwechsel! Erregbarkeitsherabsetzung ist eben nicht gleichbedeutend mit Schlaf. Beim Schlaf hat die Erregbarkeitsherabsetzung ihre Ursache im vorausgegangenen Wachzustand. Vergleichbarer mit den pflanzlichen Ruheperioden findet W. Johannsen das Puppenleben der Insekten.

Neben den durch Wechsel von Tages- und Jahreszeiten, Ebbe und Flut usw. bewirkten vorwiegend äußerlich bedingten Perioden, existieren bei den tierischen Organismen auch innere solche. Die ersteren sollen, wenigstens eine Zeit lang, fortdauern, wenn die kosmische Ursache, an welche die Periode angepaßt war, fortfällt. Bohn[1]) gibt an, daß innerhalb der Flutgrenze lebende Aktinien, ins Aquarium übertragen, sich noch tagelang periodisch strecken und zusammenziehen, wie die Meeresexemplare, welche dem Wechsel des Wasserstandes folgen. Später kontrahieren sie sich nur mehr auf Reize. Unzweifelhaft aber gibt es, wie gesagt, organische Perioden, für die sich eine äußere Periodizität überhaupt nicht nachweisen läßt (gehäuftes Auftreten gewisser Tiere, z. B. der Maikäfer, periodische Tierwanderungen, die Perioden der Blütenbildung bei Pflanzen). Zweifelhaft ist der Saisonpolymorphismus der Daphnien. Maßgebende Autoren sind der Meinung, daß gerade die erste, aus Dauerzuständen hervorgehende Generation unter allen Umständen exzessive Formentwicklung besitzt, eventuell parallel gehend mit der Ausbildung der Geschlechtsorgane[2]). Auf die große Verbreitung von Periodizität und Rhythmik im Tierreich braucht hier kaum hingewiesen zu werden (Pulsation der Protozoenvakuolen, Herzschlag, Zusammenwirken antagonistischer Faktoren). Mit Recht wird von Vielen die autonome (endogene) Natur der Periodizität in den Vordergrund gestellt.

Will man die ersten Ursachen des Rhythmus in der Tierreihe richtig würdigen, darf man nicht außer acht lassen, daß, wie bereits öfter hervorgehoben, Reize immer einen schon aktiven Organismus treffen, und daß z. B. Hunger und Durst ohne den Reiz von Speise oder Trank periodisch sich einstellen, aber doch auch unter Einwirkung der beiden letzteren vor Ablauf der Zeit auftreten. Das gleiche gilt von der sexuellen Libido. Beides entspricht doch wohl demselben vitalen Geschehen, im Falle der Reizung handelt es sich nur um eine Beschleunigung. Wesentlich ist immer jedoch das Abweichen von der Periode überhaupt, es gibt sogar eine Gewöhnung an neue Perioden. Die ungereizte und die gereizte Befriedigung gehorchen eben im allgemeinen den inneren Bedürfnissen des Organismus[3]). Der Organismus ist autonom mit periodischem Hunger, Durst und ebensolcher Brunst versehen, jedoch im Zusammenhang mit (gleichfalls periodischen) Bedingungen der Lebenslage; er verfügt aber auch über Anpassungen an zufällige, nicht der eigenen Periode entsprechende Reize, welche das vitale Geschehen (beschleunigt) in die gleiche Richtung lenken.

---

[1]) G. Bohn: Entstehung des Denkvermögens. Deutsch v. Thesing. Leipzig, Thomas. Neue Tierpsychologie. Deutsch von R. Thesing. Leipzig, Veit, 1912.

[2]) Woltereck: Veränderungen der Sexualität bei den Daphnien. Leipzig, Klinkhardt, 1911.

[3]) W. Fließ: Vom Leben und vom Tod. Jena 1909.

H. Swoboda: Perioden des menschlichen Organismus. Leipzig u. Wien 1904. Studien zur Grundlage der Psychologie. Ebenda 1905. Das Siebenjahr.

Wir sahen (vgl. oben S. 263), daß in den Sinnesorganen auch ohne Einwirkungen äußerer Reize Vorgänge der gleichen Art in einem gewissen Betrage sich abspielen, wie die adäquaten exogenen Reize, und zwar nicht etwa innere Sinnesreize (Hunger u. a.), sie hervorrufen. Beständig werden innere Bedingungen wirksam, die verschiedene Erfolge haben, je nach der Disposition der betreffenden Vitalreihe. So haben wir z. B. gehört, daß v. Kries eine, längere Zeit von weißem Licht getroffene, Netzhautstelle ihre veränderte Empfänglichkeit gegen Reize wesentlich länger bewahren läßt, als die Nachwirkung des Lichtes selbst dauert. Für die organischen Perioden scheint nun jener stetige Ablauf der sonst durch Sinnesreize gesteigerten, aber schon durch solche innere Ursachen unterhaltenen Prozesse, noch eine andere wichtige Rolle zu spielen. Ich schicke voraus, daß ich selbst die fraglichen inneren Bedingungen mir vor allem aus dem Stoffwechsel (Entwicklungsarbeit) entstanden denke, ähnlich wie bei der Phosphoroxydation Sauerstoff mit einem bestimmten Koeffizienten „aktiviert" wird. Wenn speziell im Sinnesorgan (Auge) daran direkt Reize beteiligt scheinen, welche dem Gehirn durch sensible Nerven zugeführt werden, so hat dies eine ganz andere Bedeutung. Das autonome Leben erhält die (am dynamischen Gleichgewicht meßbare) Arbeitsbereitschaft. Je höher letzteres oberhalb des definitiven Gleichgewichtes erhalten wird, desto größer ist das Funktions„bedürfnis" als normale „Sensibilisierung" für äußere Reize. Nicht einmal auf der tropistischen Stufe des Lebens, geschweige bei den höheren Spezies, stoßen die Reize auf einen passiven, sondern immer mindestens auf den in diesem Sinne aktiven Organismus.

Hunger und Durst, sexuelle Libido und Schlaftrieb, auf höchster Stufe der Erkenntnistrieb treten in Erscheinung ohne äußere Reize, lediglich aus den Bedingungen des inneren Lebensablaufes periodisch. Wenigstens die drei ersten können sich aber auch einstellen unter Vermittlung entsprechender exogener Reize, gewissermaßen unregelmäßig, bevor die Periode reif geworden ist. Die Stimmung (Sensibilisierung) z. B. im Hunger geht aus einer ganzen Reihe von Tatsachen, welche dem Leben auf niederer Stufe zugehören, hervor. Ich erinnere daran, daß schon die Tropismen an den momentanen „Zustand" der lebendigen Substanz gebunden sind; selbst ihr Vorzeichen kann sich davon abhängig ändern. Die junge Raupe des Goldafters (Porthesia chrysorrhea) ist, nach J. Loeb, sehr stark heliotropisch. Die nüchternen Räupchen führt der Tropismus nach oben an den Zweigen, nach dem Fressen verändert sich das Verhalten vom Grund aus, sie kriechen abwärts. Die Stimmung (Sensibilisierung) geht natürlich weit hinaus über das Bereich von Ernährung und Fortpflanzung. Das Wesentliche der Sensibilisierung beruht, wie jeglicher Reizeffekt, darauf, daß sie eine Funktion der Geschwindigkeit des Ablaufes der chemischen Reaktionen in der aktiven lebendigen Substanz ist. Setzt man z. B. dem Wasser leicht in die Zellen diffundierende Kohlensäure zu, werden die vorher ziemlich indifferenten kleinen Süßwasserkopepoden energisch positiv heliotropisch. Eine weitere Sensibilisation ist der Wassergehalt des Organismus u. v. a.

Hinsichtlich des Schlafs scheint mir am meisten Berechtigung die biologische Theorie Claparèdes[1]) zu haben. Die histologische, zirkulatorische, die Ermüdungs-

[1]) E. Claparède: Esquisse d'une theorie biologique du sommeil. Genf 1905. Scientia II, 1907. L'annee psych. XVIII, 1912.

und die psychologische Hypothese sind einseitig. Pflüger[1]) hatte in der allmählichen Erschöpfung des zerfallsfähigen Materials den Grund für die Entstehung der Erregbarkeitsherabsetzung bei der Ermüdung gesehen. Infolge Einwirkung der äußeren Reize sollten in den Ganglienzellen der Großhirnrinde andauernd kleine Explosionen stattfinden, bei denen Kohlensäure gebildet wird, welch letztere wiederum einen Reizanstoß für weitere Explosionen abgibt usw. Dadurch sei der Wachzustand charakterisiert. Mit der dabei erfolgenden Abnahme des Zerfallsmaterials nehme auch der Umfang des Zerfalls selbst zunehmend ab, die Erregbarkeit sinke und der Schlaf trete ein. Mit jener Einschränkung des Zerfalls restituiere sich im Schlaf die lebendige Substanz, es häufe sich wieder zerfallfähiges Material an, es folgt das Erwachen. Pflüger ist beizupflichten, insofern er den Schlaf aus den allgemeinen Vorgängen in der lebendigen Substanz ableitet. Nicht aber können wir ihm, nach dem Vorstehenden, folgen, wenn er und seine Nachfolger diese Vorgänge nur insoweit ins Auge faßt, als sie sich unter dem Abfluß äußerer Reize abspielen. In der Literatur existiert ein berühmter Fall v. Strümpells[2]), betreffend einen Kranken mit ausgebreiteter Anästhesie, welcher einschlief, wenn das eine Auge und das eine Ohr, die ihm geblieben waren, verbunden resp. verstopft wurden. Im Einklang mit Pflügers Anschauungen nahm nun v. Strümpell an, daß der Wachzustand durch die gleichzeitig vorhandenen Sinneseinwirkungen von der Außenwelt her erzwungen sei. In Wirklichkeit war das angedeutete Manöver eine Schlafsuggestion, wie sie bei Kindern so vielfach mit Erfolg benutzt werden. Sich selbst überlassen, wachte der Patient nach mehrstündigem Schlafe auch „von selbst" auf, ohne alle äußere Reize! Auch in diesem periodischen Lebensvorgang spielt also offenbar der stetige Ablauf sonst durch Sinnesreize hervorgerufener Prozesse aus inneren (in der Entwicklungsarbeit selbst gegebenen) Ursachen eine Rolle, wie überall, zusammen mit den äußeren Reizen.

Die Entwicklungsarbeit, resp. die ihre Grundlage bildenden persönlichen Stoffwechselprozesse, veranlassen durch ektropistische Sensibilisierung endlich auch jenes Heranbringen des Organismus an die Umgebung, in der psychischen Sphäre den Trieb zu handeln und den im gewissen Sinne analogen Erkenntnistrieb, welche zusammen den Wachzustand kennzeichnen. In gewissem Betracht (vgl. oben S. 262) ist die erwähnte „Stimmung" des Wachzustandes sogar erst Bedingung für die hinzukommenden Effekte der äußeren Reize selbst. Wenn Caporède annimmt, der Schlaf entstehe nicht aus der Unfähigkeit, wach zu bleiben, nicht infolge von Erschöpfung oder durch Intoxikation, sondern entspreche einem triebmäßigen Verhalten, welches Herstellung zur Folge hat, so stimmt das zu unseren bisherigen Voraussetzungen. Es gibt auch im Schlafe Empfindungen auf äußere Reize, es gibt selbst Reaktionen darauf, aber wir haben es im eigenartigen Verhalten des Schlafenden mit einem Wechsel der Reizempfänglichkeit aus endogenen Ursachen, mit einer Stimmung im Sinne E. Herings zu tun, welche die Effekte äußerer Reize modifiziert. Daneben ist der Schlaf ein rhythmischer Vorgang, welcher dem Wechsel von Tag und Nacht folgt, Außenweltsbedingungen (Ausschluß von Licht-, Schallreizen usw.) spielen also mit. Aber die inneren überwiegen weitaus. Und zwar entscheidet meiner Meinung nach nicht allein der Zustand der Gehirnrinde, der Gesamtorganismus schläft. Ich möchte auch für den Schlaf nicht einfach einen Energie- und Stoffumsatz der Nerven annehmen, in wel-

[1]) E. Pflüger, in seinem Arch., 10. Bd. 1875.

[2]) v. Strümpell: Pflügers Arch., 15. Bd. 1877. Deutsch. Arch. kl. Med., 22. Bd. 1878.

chem Aufbau- und Zerfallsprozesse derart im Gleichgewicht gestört sind, daß die Zerfallsphase gesteigert und zunehmende Erschöpfung, gekennzeichnet durch ein Sinken der Erregbarkeit, hervortritt, infolge Nichtausreichens des zur Verfügung stehenden Sauerstoffs, sodaß der Stoffzerfall nicht rein oxydativ abläuft und nicht zu den leicht eliminierbaren Endprodukten (CO_2, H_2O), sondern bloß bis zu toxischen Intermediärstoffen (Milchsäure usw.) geht. Das heißt, ich möchte diese Vorgänge als Teilerscheinungen des Verhaltens nicht ausschließen; aber ich suche das Maßgebende der Schlafstimmung in einer niedrigeren Einstellung des hier bereits öfter erwähnten dynamischen oberhalb des definitiven Gleichgewichts, also in einer endogenen Erregbarkeitsherabsetzung und demzufolge niedrigerer Arbeitsbereitschaft. Ich stelle eine solche Stimmung in den Vordergrund, weil andere, ektropistische, Stimmungen (Aufregung, Kummer, Sorge, Furcht, Angst, intellektuelle Spannung) den Schlaf aufheben, trotz aller „Ermüdung“[1]). Aber natürlich müssen Versuchstiere, deren Schlaf andauernd unterbrochen wird, endlich stärkste Ermüdungserscheinungen aufweisen. Die toxischen Stoffe in der Zerebrospinalflüssigkeit und im Blute solcher Hunde bewirken, anderen Tieren in die Gehirnhöhlen eingespritzt, wiederum Ermüdung, jedoch nicht Schlaf. Der Schlaf ist im Sinne Claparèdes eine endogen regulierte Schutzeinrichtung gegen diese Ermüdung.

Symbiose als Kompromiß.

Die physiologische Literatur besitzt eine große Zahl von allerdings noch nicht absolut feststehenden Daten, welche das schon erwähnte (vgl. oben S. 161) Organisationsprinzip der Symbiose, als eines Kompromisses des autonomen Lebens der Teile und des genotypischen Ganzen in steigender Integration direkt in funktioneller Richtung zahlenmäßig beleuchten. Die Organe verhalten sich in der Tat, sowohl im Ruhezustande wie bei der Leistung hinsichtlich des „Kampfes um die Nahrung“ sehr verschieden. Ich stelle zum Vergleich eine Tafel A. Loewys[2]) hierher:

Ruheumsatz der Organe.

Organ	Sauerstoffverbrauch pro Kilo Organ u. Minute in ccm	Prozentige Beteiligung des Organs		Autor	Methode
		am Körpergewicht	am Stoffumsatz		
1. Herz	35	0,9	4,4	Barcroft-Dixon; Rohde,	direkte Methode
			4,0	Loewy-v. Schrötter u. Plesch	indirekte „
2. Magendarm	18	3,72	7,4	Brodie und Mitarbeiter	direkte „
3. Niere	85	0,7	7,1	Barcroft-Brodie	„ „
4. Leber	a) 27	3,5	12,4	Verzár	a) indir. „
	b) 15—20			Masing	b) direkte „
5. Speicheldrüsen	25	0,2	0,65	Barcroft mit Müller und Piper	direkte „
			1,34		
6. Pankreas	40	0,25		Derselbe und Starling	„ „
7. Muskulatur	4	34,1	24,1	Chauveau und Kaufmann,	„ „
				Verzár	„ „
8. Baucheingeweide außer Nieren			24,6	Tangl	indirekte „

[1]) Vgl. dem gegenüber M. Verworn: Arch. f. Anatomie und Physiologie. Abt. 2. Suppl. 1900.

[2]) Barcroft: The respiratory functions of the blood. Cambridge 1914. Ergebnisse der Physiologie. VII. Jahrgang. Wiesbaden 1908.

Umsatz der tätigen Organe.

Organ	Sauerstoffverbrauch pro Kilo Organ u. Minute in ccm	Prozentige Beteiligung des Organs am Körpergewicht	Prozentige Beteiligung des Organs am Ruheumsatz	Methode
1. Herz	350	0,9	30,6	indirekte Methode
2. Magendarm	36	3,72	13,9	direkte ,,
3. Niere	340	0,7	21,0	,, ,,
4. Leber	50	3,5	22,5	indirekte ,,
5. Speicheldrüsen	75	0,2	1,7	direkte ,,
6. Pankreas	160	0,25	5,10	,, ,,
7. Muskulatur	32	43,1	70,1	indirekte ,,
8. Baucheingeweide außer Nieren			41,5	,, ,,

Zusammenfassend läßt sich hinsichtlich der Gewebe und Organe bisher sagen, daß auf niederster Stufe das Fettgewebe steht. Die Muskulatur hält sich, schon durch ihre Masse und überhaupt, im Vordergrund. Der Gesamtumsatz speziell eines menschlichen Individuums muß demnach von dem Verhältnis abhängen, in welchem sein Körper aus mehr oder weniger lebhaft sich oxydierenden Geweben zusammengesetzt ist. Abgesehen von dem, was wir im Folgenden als ,,physiologischer Zustand" bezeichnen werden, für welchen eventuell schon das sonst normale Nahrungsquantum einen Überschuß bedeutet, kann beim Hunde und beim Menschen, wenn durch längeres Trainieren Fett verloren und die Muskulatur gekräftigt ist, diese Konstitutionsänderung eine Vergrößerung des Umsatzes bis um etwa 10 Prozent bewirken.

An die Stelle der Friedenthalschen Gliederung in ,,Zellenstaat" und ,,Fibrillenmaschine" haben wir schon früher Artplasma und Funktionscharakter (Organspezifizität) gesetzt. Das Artplasma ändert sich als Träger der Entwicklungsarbeit sowohl unter normalen wie unter krankhaften Verhältnissen. Es schwindet oder verändert sich z. B. in den späteren Hungertagen, es wird beeinflußt in seiner (Ruhe-) Umsatz-

Barcroft-Brodie: Journ. of Physiol., 33. Bd. 1906.
Barcroft-Dixon: ibid., 35. Bd.
Barcroft-Stierling: Journ. of Physiol., 31. Bd. 1904.
Barcroft-Müller: Journ. of Physiol., 44. Bd. 1912.
Barcroft-Piperig: ibid.
F. Tangl. Biochem. Ztschr., 39. Bd., 1911. Verhandl. physiol. Ges. Berlin 1913.
Plesch: Haemodynamische Studien. Ztschr. exper. Patholog. Ther., VI. Bd. 1909.
Rohde: Ztschr. physiol Chem., 68. Bd., 1910. Arch. f. exp. Pathol., 68. Bd., 1912; 69. Bd., 1912. Münchn. Med. Wochenschr. 1912.
Masing: Arch. exp. Pathol., 69. Bd., 1912.
Verzar: Biochem. Ztschr., 34. Bd. 1911.
Bohr-Henriques: Arch. de Physiol. 1897.
Pütter: Ztschr. klin. Med., 73. Bd. 1911.
Zuntz: ebenda, 74. Bd. 1911.
Nicolai-Zuntz: Berliner klin. Wochenschrift, 1914.
A. Loewy: Handbuch der Biochemie. Ergänzungsband 1913. Jena.
Chauveau-Kaufmann: C. R. 104, 1887.

größe durch regelmäßig geleistete mittlere Arbeit, durch Einflüsse der inneren Sekretion, durch Infektion (im Fieber) usw. Als Beispiel sei an dieser Stelle nur eine Zusammenstellung von E. Voit[1]) angeführt. Voit schätzt die „Masse der lebendigen Zellen" auf Grund der Menge von N-haltiger Substanz nach Abzug des Knochen- und Hautgewebes. Die folgenden Daten sind nach einem Rubnerschen Kaninchenversuch berechnet.

Hungertag	3	5	7	9	10 12	13 14	15 16	17 18
Lebendgewicht in g	2185	2093	2007	1923	1841	1735	1646	1507
Kalzium-Energieverbrauch								
für 1 qm Oberfläche	730	556	499	488	494	663	452	428
für 100 g Körper N	310	243	220	221	227	222	218	219
für 1 kg Körpergewicht . . .	71	55,9	50,8	50,5	516	50,7	49,2	47,8

Mit der wesentlichen Änderung der Zusammensetzung des Körpers infolge der dauernden Nahrungsentziehung verliert, nach den vorstehenden Versuchsergebnissen, das Flächenprinzip seine Geltung. Obwohl ich sonst noch keine Möglichkeit sehe, die Masse des Artplasmas direkt zu bestimmen, erblicke ich doch im Vorstehenden weitere wichtige experimentelle Anhaltspunkte für die Bedeutung desselben als Konstituent der Organisation.

Sehr wichtig scheint mir, besonders für die Pathologie, eine vielfach wiederkehrende Erfahrung, daß alle sog. minderwertigen Organe im Sinne von W. Roux „Kampforgane" werden.

Gleichgewicht zwischen Integration und Differentiation im Phänotypus.

24, Man muß im metazoischen Organismus sprechen auch von einem (dynamischen) Gleichgewicht zwischen Integration und Differentiation im Phänotypus. Eine vollständige alternative Aufteilung der Gene auf die einzelnen Furchungszellen, die verschiedenen Gewebe und Organe während der Ontogenese im Sinne von Weismann haben wir früher (vgl. oben S. 232) abgelehnt und eine Prävalenzdifferenzierung angenommen, wodurch wir den Forderungen Hertwigs gerecht zu werden suchten. In der Herstellung der Organspezifizität, bzw. des Funktionscharakters der Gewebe mußte ebenfalls nur ein Ergebnis der Entwicklungsarbeit gesehen werden, welch letztere durch den Rest des Idioplasmas während der ganzen Individualitätsphase fortgesetzt wird. Etwas anderes ist das originäre Ganze (die Entwicklungsarbeit) einer- und die uns hier beschäftigende Integration (im Phänotypus) andererseits. Die persönliche Korrelation, d. h. die Wechselbeziehungen und Gegenseitigkeiten im individuellen Organismus[2]) äußert sich sowohl in morphologischen, wie in physiologischen Erscheinungen (Entwicklungs- und Wachstums-, funktionelle Korrelationen). Tatsächlich ermöglicht ist die Integration durch anatomische Brücken zwischen den Elementen des Körpers, durch gestaltliche und chemisch-physikalische Symmetrie des Körpers, durch Änderungen des inneren Mediums, speziell durch Hormone, durch das Nervensystem, durch das Bindegewebe. Das Nervensystem für sich, teilweise in Verbindung mit den Hormonen bekundet sich hierbei in vorübergehenden „alterativen" Leistungen, die entweder in einer gleichsinnigen Erregungsbeziehung der

[1]) E. Voit: Ztschr. f. Biologie, 41. Bd. 1901.
[2]) Vgl. Goebel: Organographie der Pflanzen. Jena 1898.
Delage: L'année biologique 1896. Paris 1898.
W. Johannsen: l. c.

in einer Reihe geordneten Glieder eines Aktionssystems bestehen, oder in einer gegensinnigen Kontrastbeziehung nebeneinander geschalteter Elemente[1]). Ich selbst bin ja, wie früher ausgeführt, stark geneigt, der Kontrastorganisation (Induktion nach E. Hering) im vitalen System eine viel weitere praktische Bedeutung beizumessen, als es üblich ist.

Die auf Grund der Integration besonders deutlich und ausgeprägt in die Erscheinung tretenden allgemeinen Lebensäußerungen, z. B. die Körperbewegungen, die chemischen Vorgänge, Entwicklung und Wachstum, hat man durch den Sammelnamen „Verhalten" zusammengefaßt[2]). Der Begriff setzt voraus, daß innere Prozesse (der physiologische Zustand) hier wesentlich beteiligt sind und daß die am Verhalten beteiligten Vorgänge besonders „regulatorisch" sind.

Das (dynamische) Gleichgewicht zwischen Integration und Differentiation besteht nun darin, daß die Selbständigkeit der Teile keine absolute ist, alles ist auch hier zu einem Ganzen mit dem Gepräge der Einheit koordiniert. Eine Änderung in einem Punkt führt im Einzelindividuum zu solchen auf anderen Gebieten (balancement organique Goethes und Geoffroy de Saint Hilaires, Darwins Kompensationsprinzip). Mit „korrelativer Variabilität" (vererbliche Variierung der Rasse im gegenseitigen Zusammenhange) hat die (physiologische) Korrelation nichts zu tun. Letztere beginnt aber schon mit den Wechselwirkungen der von den beiden Gameten gelieferten Gene in der gebildeten (Homo- oder Hetero-) Zygote. Störungen des Gleichgewichtes fallen sowohl in die Richtung einer zu wenig entwickelten Integration, wie in die einer zu starken Beteiligung des gesamten organischen Systems an der Selbsttätigkeit der Teile, resp. der Vitalreihen. Letzteres interessiert uns hier am meisten.

Wir beurteilen diese Gleichgewichtsstörung aus den Wechselbeziehungen der Person zum äußeren und inneren Medium, aus den Erregungseffekten, resp. dem Ausgleich der Erregung und der Beschaffenheit der Reaktions-(Handlungs-)Typen.

Reizübermacht und Reizverwertung.

Auch für die höheren Organismen, eingeschlossen den Menschen, unterscheiden wir zwischen „tropismenartigen" und „kanalisierten" Reaktionen. Erstere[3]) sind charakterisiert durch Reizübermacht und durch diffuse Irradiation mehr oder weniger über den ganzen Körper in Ordnung oder Unordnung. Letztere stellen, unter Reizverwertung (von Kohnstamm wird diese Bezeichnung in anderem Sinne gebraucht) Gleichgewichte her zwischen den inneren Kräften des in sich abgeschlossenen organischen Systems in jedem Augenblick mit den Kräften des Mediums. Dabei schaffen, je nach der Komplikationshöhe (Differenzierungsgrad) der Art und des Individuums zahlreich, mannigfaltig und abgegrenzt, analysierende Rezeptoren (Sinnesapparate) und bestimmte (effektorische) Mechanismen zeitweiliger oder beständiger Verbindung, z. B. der „bedingte Reflex" Pawlows[1]) präzise und variable

[1]) E. Hering: l. c.

[2]) H. S. Jennings: Verhalten der niederen Organismen. Deutsch. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1910.

[3]) Vgl. J. Loeb: Komparative Physiology of the Brain and comparative Psychology New York and London 1900. Bedeutung der Tropismen für die Psychologie. Leipzig, Berlin 1909.

Bohn: La naissance de l'intelligence. Paris 1909.

[1]) J. P. Pawlow: Naturwissenschaft und Gehirn. Deutsch von Vollborth. Bergmann, Wiesbaden 1910.

anpassende und gewohnheitsmäßige Beziehungen zwischen immer geringeren Elementen des Mediums und den feinsten Leistungen scharf sich abhebender Reaktionssysteme (Vitalreihen). Oder es bildet sich, nach dem Typus des „einsichtigen" Verhaltens[1]), in immer wachsendem Umfang unter den besonderen Bedingungen einer aktuellen Situation, welche den direkten durch die Organisation zwangläufig vorgezeichneten Weg zum Ziel unmöglich macht, eine Reaktionskette, die sich durch einen (abstrakt) idealen Faktor vorzeichnen und zusammenfassen läßt, ähnlich wie eine Kurve durch ihre Gleichung. Die den tropismenähnlichen Reaktionen zugrundeliegenden Rezeptionen, Motus und die dazwischen bestehenden Relationen sind vorwiegend passiv. Bei den kanalisierten werden, wenigstens auf einer höheren Stufe des Lebens, diese drei zu Gnosien, Praxien und Assoziationen, resp. zum Denken und geben, besonders letzteren Falles, dem Verhalten das Gepräge der „Initiative". Die Gnosien (reine Wahrnehmungen) sind in ihrer Beziehung Verhältnis zu den Praxien durchaus nichts Passives. Auch bei den Gnosien nimmt unser Körper (mittels der Analysatoren) Wirkungen der Außenwelt (Reizkonstellation) auf und gibt wenigstens initiierte Bewegungen zurück. Die Wahrnehmung ist in concreto etwas Sensorimotorisches. Es sind nicht ausschließlich die zentripetalen Nerven für sich, welche Vorstellungen dieser Außenwelt erzeugen. Auch die Gnosien stehen praktisch in engster Beziehung zur Orientierung, sie sind virtuelle Handlungen. Sie weisen de Richtung der noch nicht ausgeführten Praxien, sie sind beginnende Bewegungsreaktionen. Beim individuellen Wahrnehmungsakt sind die Bilder, welche wir unsere Umwelt nennen, immer schon da. Bei der einzelnen Gnosis fügen wir nicht nur nichts hinzu, wir nehmen ihnen etwas weg, wir lassen soviel davon übrig, wie wir im gegebenen Fall brauchen, daraufhin mit der Handlung anfangen zu können. Jeder einzelne Wahrnehmungsakt ist ein individueller Fall von Reizverwertung. Diese soeben angedeutete Bergsonsche Wahrnehmungstheorie scheint mir durch die Erfahrung gut begründet zu sein. Über die Beimischungen, welche die „reine" Wahrnehmung aus dem Gedächtnis usw. erhält, das unseren Handlungen „vorleuchtet", sprechen wir später[2]). Die tropismenähnlichen Bewegungen usw. sind stereotyp, die kanalisierten Reaktionen zeichnen sich durch größere Variabilität und Plastizität aus. Die tropistischen, auf den ganzen Körper irradierenden Motus sind polymuskuläre und polyglanduläre Allgemeinreaktionen, durch welche der Kräfteüberschuß des Organismus verschwenderisch verausgabt wird. Die kanalisierten Reaktionen leiten das Maß an Vorratsenergie, welches die Entwicklungsarbeit zur Erhaltung des dynamischen Gleichgewichts immer wieder herstellt, ökonomisch in bestimmte Bahnen. Der diffusen Entladung korrespondiert beim tropismenartigen Verhalten ganz gewöhnlich (auf entsprechenden Lebensstufen) auch eine starke Gemütsbewegung. Selbst in den höchsten Organismen, den Menschen eingeschlossen, erhält sich, in Kombination mit den kanalisierten Reaktionen (Gnosien, Praxien, Assoziationen, Denken) ein gewisser nicht zu unterschätzen-

[1]) Vgl. W. Köhler: Intelligenzprüfungen an Anthropoiden. Abhandl. der kgl. preuß. Akad. der Wissenschaften. Jahrg. 1917. Physikal. math. Klasse, Nr. 1.

Yerkes: Mental life of Monkeys and Apes Behavior Monogr. III, 1, 1916.

L. Edinger: Welche Beziehungen bestehen zwischen dem Aufbau des Nervensystems und seiner Tätigkeit. 2. Aufl. Leipzig, Vogel, 1912. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 4. Bd., Jena 1913.

[2]) Vgl. H. Bergson: Matière et Mémoire. Paris 1896. Deutsch. Jena, Diederichs, 1908.

der Bestand von tropismenähnlichen Motus. Hinsichtlich des bedingten Reflexes kommt noch ein weiteres Gleichgewicht in Betracht. Wir werden sehen, daß der Organismus eine gewisse Tendenz hat, mittels des Mechanismus der Pawlowschen Reflexe eine unbeschränkte Zahl neuer Reaktionen zu bilden. Dieser Neigung muß durch Hemmung ein Gegengewicht gehalten werden, danach muß ein „Wiederaufleben" möglich und so der ganze Vorgang in allen Richtungen gesetzmäßig geregelt sein[1]).

In einem organischen System mit wechselseitiger Induktion der Elemente im Heringschen Sinne (vgl. oben S. 9) ist das in jedem derselben augenblicklich bestehende Indukt das summarische Ergebnis der unzählbaren gleichzeitigen Wechselwirkungen, welche zwischen jenem Element und sämtlichen solchen seiner Umgebung stattfinden. Da in der Umgebung jedes Elementes Dissimilation und Assimilation induzierende Elemente gleichzeitig vorhanden sein können (vorhanden sind), die in entgegengesetztem Sinne den Stoffwechsel des Elementes beeinflussen und sich deshalb in der Wirkung mehr oder weniger aufheben, so hat man sich das aus allen diesen Einzelindukten erwachsende Gesamtindukt als die algebraische Summe sämtlicher Einzelindukte zu denken. Jedes Indukt, welches einen negativen Zuwachs zur Dissimilation oder zur Assimilation bedingt, läßt sich als etwas die Dissimilation, resp. Assimilation Minderndes, jedes einen positiven Zuwachs bedingende Indukt als etwas den bezüglichen Stoffwechselprozeß Förderndes auffassen. Steht einer dieser beiden Prozesse eines Elementes gleichzeitig unter einem solchen mindernden und fördernden Einfluß, so heben sich die letzteren teilweise oder gänzlich auf[2]) Dieses das Gleichgewicht zwischen Dissimilation in den Elementen eines mit Induktion ausgestatteten Systems regelnde Gesetz ist nach meiner Meinung auch entscheidend bei der Gliederung, Richtung und Ordnung der Vitalreihen, bzw. für deren Orientierung zum Ausgangspunkt. Die Erregung verbreitet sich nach den Locus minoris resistentiae. Vermutlich gehört auch Richtung und Ordnung des Denkens, sowie das Festhalten des Denkthemas hierher. Man spricht[3]) beim Denken von Kontraktion (Verengerung, Vertiefung) und einer Verbreiterung des Bewußtseinsverlaufes. Pathologisch exageriert liegt in ersterer eine Gleichgewichtsstörung, die Disposition zu „überwertigen" Ideen; die zu weitgehende und rasche Irradiation steigert die Zahl der zu bewältigenden Vorstellungsgruppen, eine solche Geschmeidigkeit und Mannigfaltigkeit des Denkens mit prompter Erfassung des Mediums wird krankhaft zu einer Verflachung mit Verlust zur Sammlung, zu überraschem Wechsel des psychischen Inhalts, hemmungsloser Reaktion, Kritiklosigkeit usw. usw. Was man „Sejunktion" genannt hat und „Verdrängung" mit „Konversion", hat vielleicht auch Beziehung zu diesem Gegenstand. Man sieht, der Desäquilibrierten gibt es mannigfache Arten.

Immer ist die individuelle Organisation maßgebend für das tropistische resp. das kanalisierte Verhalten; Variationen hängen ab von ererbter Anlage oder rühren aus Modifikationen durch die Lebenslage her. Das gilt natürlich auch für Handlungen, bei denen die Organisation ohne Umweg nicht zum Ziel kommt, wo es sich um das Erfas-

[1]) Orbèli: Archives des sciences biologiques 1909.
Zéliony: Diss. Petersburg 1907. Archives des sc. biologiques 1909.

[2]) E. Hering: l. c.

[3]) Vgl. z. B. O. Groß: Psychopathische Minderwertigkeiten. Wien, Braumüller, 1909.

sen des besonderen Aufbaues einer Situation handelt, welche eine einheitlich zusammenhängende Kette von Reaktionen erfordert, die, in abstrakt ideeller Abhängigkeit von jener betrachtet, gewissermaßen sich wie die realisierte Kurve zu ihrer Gleichung verhalten. Aber natürlich gibt es keinen konkret ideellen Faktor, der von außen und unmittelbar eingriffe ins vitale Geschehen, keine speziell seelische Regulation, keine psychische Umstimmung u. dgl. Selbst Mediziner haben sich noch nicht eingelebt in dieses ausschlaggebende Organisationsprinzip. Die geistigen Phänomene sind umgekehrt durch physische Bestimmungselemente determiniert. Selbstverständlich ist das Psychische keine physiologische Funktion. Es gibt aber keinen noch so unbedeutenden psychischen Vorgang ohne physische Parallele (im Zentralnervensystem)[1]. Es läßt sich schon anatomisch zeigen, daß das Auftreten neuer Fähigkeiten immer an die Organisation, hier speziell an das Auftreten neuer Hirnteile oder an die Vergrößerung vorhandener gebunden ist[2]. Wir folgen Edinger, der annimmt, das Motus und Rezeptionen, Gnosien und Praxien an sich außerhalb des Bewußtseins verlaufen, aber gleichzeitig oder später in dessen „Blickfeld" eintreten können. Wir zweifeln auch mit Kußmaul[3] nicht, daß beim Aufsteigen zu bewußter Tätigkeit im strengen Wortsinn ein neues Organ seine Rolle spielt.

Auf den Stufen des Lebens, welche von Tropismen sensu strictiori mehr oder weniger ausschließlich beherrscht werden, unterscheidet J. Loeb neben denjenigen, welche die Organismen infolge ihres nicht bloß gestaltlich, sondern auch chemisch-symmetrischen Körperbaues zwingen, ihre Person eindeutig bestimmt gegen gewisse Kraftzentren (Lichtquelle, galvanischer Strom, Erdschwerpunkt, chemische Stoffe) zu orientieren, wobei die Orientierung automatisch durch das Massenwirkungsgesetz reguliert wird, auch noch die Unterschiedsempfindlichkeit und das „assoziative Gedächtnis". Die tropistischen Erscheinungen (z. B. der Heliotropismus) werden von gleichzeitig stattfindenden chemischen Reaktionen in den symmetrischen Oberflächenelementen des Körpers bestimmt. Die Unterschiedsempfindlichkeit hängt ab von raschen Änderungen der Geschwindigkeit chemischer Reaktionen in demselben Oberflächenelement (plötzliche Änderung der Lichtintensität). Gewöhnlich handelt es sich hier um eine Art Fluchtreaktion, resp. Ab- oder Zunahme von Bewegung, Ansammeln der Tiere an bestimmten Stellen u. dgl. Beide genannte Formen des Tropismus können sich komplizieren und verdecken. Von größter Bedeutung ist, daß die tropistischen Motus durch bestimmte physiologische Zustände erst manifestiert, resp. ausgeschaltet werden (Säure und Heliotropismus, Sekrete der Geschlechtsdrüsen, Hunger und Sättigung).

Dem Zwange der verschiedenen physiologischen Allgemeinzustände ist die ganze Tierreihe, von den Amöben angefangen, unterworfen. Ebensogut wie der Ort äußerer Reize bestimmen auch jene das reaktive Verhalten. Überall finden wir ein Widerspiel zwischen äußeren und inneren Faktoren. Wir werden sehen, daß das Fortbestehen der gewöhnlichen Reize sowie die Ausführung der normalen Leistungen selbst wieder den physiologischen Zustand ändern. Letzterer hängt von verschiedenen Faktoren ab, vor allem von Stoffwechseländerungen, „Schlaf", Erregung. Der Allgemeinzustand variiert nicht bloß die Tropismen, sondern auch

[1]) Vgl. J. Petzoldt: Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung. Leipzig, Teubner, 1900.

[2]) L. Edinger: l. c.

[3]) A. Kußmaul: Störungen der Sprache. Ziemssens Handbuch, XII. Bd. Anhang. 1877.

das Verhalten der Reflexe und Reflexketten, gewöhnlich in stereotyper Weise, wie man besonders bei den niederen Metazoen sehen kann. So werden auch die Reflexe zu Reaktionen, denen das Charakteristikum der Unveränderlichkeit nicht absolut zukommt. Es finden sich wenigstens sehr bemerkenswerte Andeutungen für eine Anpassung an die Bedürfnisse des Organismus wiederum als eines Ganzen. Variationen des physiologischen Zustandes hinterlassen nicht selten dauernde Veränderungen des Verhaltens. Der physiologische Zustand ist ein Teil der funktionellen Organisation (der Struktur); seine Änderungen (Änderungen der physikalisch-chemischen Konfiguration der lebendigen Substanz) sind „Um"organisationen. Mit wachsender Kompliktation der Arten und Individuen wächst die Zahl und die Variabilität der Allgemeinzustände[1]).

Tropismenähnliches Verhalten bleibt, wie erwähnt, teilweise auch auf höheren Stufen des Lebens fortbestehen und kombiniert sich mit den vorherrschend werdenden kanalisierten Reaktionen. Eine große Rolle spielt auch noch bei den höchststehenden Organismen, wie wir sehen werden, der physiologische Allgemein- oder Teilzustand: Man kann aber auch nicht verkennen, daß die Bedingungen der Organisation z. B. gerade des Menschen eigenartige tropismenartige Handlungsweisen erst noch einführen. Es hat manches für sich, wenn J. Loeb sagt, Ideen können ähnlich wirken, wie das die Säure für den Heliotropismus gewisser Tiere tut, indem sie nämlich die Empfindlichkeit für gewisse Reize erhöhen und daher zu tropistischen auf ein selbst lebenvernichtendes Ziel gerichteten Praxien führen können. Man denke ferner an die hypnotische und an die Autosuggestion. Übrigens ist auch auf die Hemmung und das Wiederaufleben des Pawlowschen „bedingten" Reflexes aller Wahrscheinlichkeit nach das chemische Massenwirkungsgesetz anwendbar. Andererseits finden sich beim Menschen wiederum mannigfache Einrichtungen, welche ihn unabhängig machen, z. B. von der stereotypen Periodizität des physiologischen Allgemeinzustandes: der Anblick der Speisen und weibliche Reize wirken auch außerhalb des Hungers, resp. sind nicht an Brunst gebunden.

Tropismenähnliche Handlungsweisen (Reizübermacht und Irradiation) sehen wir ferner in Zwangslagen, in unerfaßten, überwältigenden Situationen, wo die gewohnten kanalisierten Reaktionen versagen, also im Shock, vor allem aber im Affekt. Speziell die Furcht ist ein Sensibilisator. Ich erinnere ferner an den sexuellen Orgasmus, diesen plurimuskulären und pluriglandulären Typus. Da ist die ganze Person affiziert. Die „Ausdrucks"bewegungen gehören hierher, welche wenigstens zum Teile ausmachen, was wir Affekt nennen, der wiederum im Shock seinen Ursprung hat[2]). Von physiologischen Allgemeinzuständen, welche das tropistische Verhalten begünstigen, nenne ich noch den „Kraftüberschuß", resp. die Muskelunruhe junger Tiere (Spiele), die Strychninintoxikation. Wenn eine Krankheit im Körper einsetzt (z. B. ein Infekt), kommt es (abgesehen von der Einbruchspforte) zunächst zu allgemeinen Reaktionen, erst dann folgen lokalisierte und, wenn die Krankheit siegt, wieder allgemeine Reaktionen. Auch die Psychosen führen, wie Anton[3]) gezeigt hat, zu einer Auflösung der von einer zirkumskripten Schädlichkeit hervorgerufenen

[1]) Vgl. H. S. Jennings: Verhalten der niederen Organismen. Deutsch v. E. Mangold. Leipzig und Berlin, Teubner, 1910.

[2]) Vgl. K. C. Schneider: Tierpsychologisches Praktikum. Leipzig, Veit, 1912.

[3]) G. Anton: Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol., XIX. Bd. 1906.

Funktionsstörung zunächst in Allgemeinerscheinungen, worauf sich eine Eindämmungstendenz geltend macht: wir finden anfangs allgemeine, unbestimmte Symptome, ein vages Anderssein des ganzen Menschen, eine universelle psychische Veränderung, erst nachträglich Herausdifferenzierung eines umschriebenen Syndroms.

Bei niederen Tieren besteht Reflexarmut, resp. es wiegen generelle Reflexe vor, es fehlen individuelle (ein Beispiel liefern die Aktinien[1]), die Ursache liegt darin, daß es hier keine Nervenzentren gibt, somit auch keine „Subordination" im Nervensystem, das zentrale Nervennetz ist überall gleichmäßig. Auf höheren Stufen des Lebens entstehen zahlreiche Reflex„bögen". Alles läuft wiederum auf die Organisation hinaus.

Bei dem kanalisierten Reaktionstypus, wo alles auf eine abgrenzbare Arbeitsleistung (Kontraktion, Sekretion) abzielt, sind Reflexe und Reflexketten (Vitalreihen) das Grundelement aller Motus und Praxien. In concreto ist der Reflex ein „zirkulärer" Prozeß, er besteht aus dem sensorischen, dem motorischen und dem kinästhetischen Vorgang. Der Reiz darf nicht zu stark betont werden, sonst wird auch der Reflex zu einem Tropismus. Dabei handelt es sich, soweit das Rückenmark, überhaupt das Paläenzephalon in Betracht kommt, um Rezeptionen, Motus und Relationen. Nur für die durch das Neenzephalon ermöglichte Art des Rezipierens behalten wir die Edingerschen Termini der Gnosien, Praxien und Assoziationen vor. Das Bewußtsein (Wissen von psychischen Inhalten) betrachten wir mit Wernicke und Edinger als etwas zur Sinneswahrnehmung und ihrer Verwertung weiterhin Hinzutretendes. So hat schon Galenos diesen Begriff gefaßt: *παρακολουθεῖν τῇ διάνοια* als eine neben dem seelischen Inhalt hergehende psychische Tätigkeit und als Erkennung *(διαγνῶσις)* der qualitativen Veränderung (in der Seele[2])). Die meisten Handlungen werden unbewußt vollzogen, auch vom wachen Menschen, nicht etwa bloß vom Nachtwandler. Immer ist der Reflex die Antwort zunächst eines Körperteils (Rezeptor, Nerv, Effektor, Nerv, Rezeptor), der auf bestimmte Außenweltselemente eingestellt ist. Der nach der genotypischen Veranlagung analysierbare Anteil der Reizkonstellation wird zur art- und individualgemäßen Umwelt. Ermöglicht wird der kanalisierte Reaktionstypus, und damit die Mannigfaltigkeit und Variabilität des Verhaltens durch die Erregungsübertragung und vielleicht noch durch den Erregungsausgleich im Organismus[3]), wenn letzterer auch beim Menschen selbst wieder reflektorisch zu erklären ist.

Der Phänotypus, als Bündel spezifischer Energien, hat im Zentralnervensystem (Gehirn) einen Repräsentanten, welcher sämtlicher spezifischer Energien des Organismus fähig ist. Die Erregung verbreitet sich, den Nervenbahnen entlang laufend, schließlich nach allen Seiten in das Nervennetz, in welches der Nerv sich auflöst.

[1]) K. C. Schneider: l. c.

[2]) Vgl. Th. Ziegler: Das Gefühl. 4. Aufl. Leipzig, Göschen, 1908.

[3]) Vgl. J. v. Uexküll: Zeitschr. f. Biol. 33. Bd., 1896; ebenda, 44. Bd., 1903; ibid., 40. Bd., 1900; ibid., 39. Bd., 1900; ibid., 50. Bd., 1908. Umwelt und Innenwelt der Tiere. Berlin 1909.

H. Jordan: Pflügers Arch., Bd. 106, 110, 1905. Zeitschr. f. allg. Physiol., 7. Bd., 1908; ebenda 8. Bd., 1908.

Piper: Pflügers Arch, 119. Bd., 1907; ibid., 127. Bd., 1909.

R. Magnus: Pflügers Arch., 130., 134. Bd., 1911.

Sherrington: The integrative Action of the Nervous System. London 1901. Quarterly Journ. Exper. Physiol. Vol. II. 1909.

Reichliche Netze scheinen dabei bevorzugt zu werden. Am Begriff des Zentrums muß festgehalten werden. Ganglienzelle und Zentrum braucht jedoch nicht identisch zu sein. In den Zentren läuft die Erregung nicht bloß zu den effektorischen Organen, es besteht vielmehr auch eine (dauernde) Beziehung zwischen Ausgangs- und Endpunkt der Erregung. Die Muskeln sind nicht einseitig von den Zentren abhängig, sie wirken auch auf die Zentren zurück, vermutlich durch besondere afferente Nerven. Die Erregung ist ferner nicht bloß eine dynamische. Bevor durch den Reiz ein (neuer) Erregungsablauf im zentralen Netz entsteht, ist bereits Erregung im Netz vorhanden („Tonus" oder „statische" Erregung nach Jordan). Die Zentren selbst stehen zueinander in einem hierarchischen Verhältnis; ein Zentrum wirkt regulierend aufs andere. Die verschiedenen, von außen stammenden afferenten Erregungen erfahren eine Lokalisation schon in zentralen Koordinationsschemata. Das kanalisierte Verhalten der Erregung erklärt sich, abgesehen von der spezifischen Energie und von der Spezifizität der Reflexe, aus den Regeln der Induktion (die Erregung geht dem Locus minoris resistentiae nach, welcher durch die entsprechenden Indukte hergestellt wird) resp. allgemeiner aus der Möglichkeit, zwischen den Gliedern der vitalen Reihe (im Sinne von Avenarius) Vitaldifferenzen herzustellen oder aufzuheben. Der zirkuläre Charakter der Reflexe (Rezeption oder Wahrnehmung, effektorischer Vorgang, Rezeption oder Wahrnehmung) ermöglicht das Festhalten der Reize, welche der Aufrechterhaltung des dynamischen Gleichgewichts der Aufzugs- und Ablauferscheinungen im Stoff-, Kraft-, Formwechsel förderlich sind und wird auch zum Muster für die Wiederholung der betreffenden „positiven" Reaktion.

Nach Pawlow[1]) finden sich in den bestimmten Gehirnabschnitten (Neenzephalon) zwei Mechanismen: erstlich derjenige einer zeitweiligen Schließung der Leitungsbahnen zwischen den Erscheinungen der Außenwelt und den Reaktionen des tierischen Organismus auf diese, zweitens in Form eines Apparates von Analysatoren.

Der gewöhnliche („unbedingte") Reflex ermöglicht eine ständige Verbindung zwischen den Erscheinungen der Außenwelt und ihnen entsprechenden ganz bestimmten Reaktionen des Organismus, welche mit Hilfe des Paläenzephalons zustande kommt.

Der erwähnte Mechanismus zeitweiliger Verbindung („bedingter" Reflex) führt bald Außenwelterscheinungen in Tätigkeit des Organismus über, bald bleiben jene scheinbar indifferent, unverwandelbar. Die unzähligen, mannigfaltigen äußeren Einwirkungen sind „Signale", sie richten. Die hergestellten Verbindungen sind entfernte. Ihre Veränderlichkeit weist auf die Unmöglichkeit, ihre kolossale Menge als stete Verbindungen fortbestehen zu lassen. Die Veränderlichkeit dient auch der Variabilität der Handlung.

Zur Herstellung der erwähnten temporären Verbindung, also zur Bildung des bedingten Reflexes, ist erforderlich, daß das neue indifferente äußere Agens in der Zeit ein- oder mehrmal mit der Wirkung eines andern Agens zusammentrifft, welch letzteres schon mit dem Organismus in Verbindung steht, d. h. sich in irgendwelche Tätigkeit des Organismus verwandelt. Unter solchen Bedingungen geht das neue Agens dieselbe Verbindung ein, es äußert sich in derselben Tätigkeit. Der neue be-

---

[1]) J. P. Pawlow: l. c. Ergebnisse der Physiologie, 1904.

dingte Reflex entsteht mit Hilfe des alten. „Wenn ein neuer, früher gleichzeitiger Reiz, nachdem er in die Großhirnhemisphären gelangt ist, in diesem Augenblick im Nervensystem einen im starken Erregungszustande befindlichen Herd antrifft, so fängt der bis hierher gelangte Reiz an, sich zu konzentrieren, sich gewissermaßen einen Weg zu diesem erregten Herd und von ihm weiter zum entsprechenden Organ zu bahnen und wird auf diese Weise zum Erreger dieses Organs. Im entgegengesetzten Falle, wo kein solcher Herd vorhanden ist, zerstreut sich der Reiz ohne merkbaren Effekt." Die einschlägigen Versuche sind bisher fast ausschließlich an der Speicheldrüse gemacht worden. Der alte unbedingte Reflex ist der Speichelreflex. Es war immer bekannt, daß die Speichelabsonderung auch „psychisch" erregt werden kann. Alles in der Außenwelt Vorhandene: Laute, Bilder, Gerüche, kann nun auf diese Weise mit der Speicheldrüse in zeitweilige Verbindung gebracht, in ein speicheltreibendes Agens verwandelt werden, wenn es zeitlich mit dem unbedingten Reflex zusammengetroffen ist. Das Pawlowsche Verfahren ermöglicht am normalen Tier die Auffindung von zerebralen Assoziationsgesetzen.

Der zweite angeführte Mechanismus ist derjenige der Analysatoren. Diese setzen den Organismus in den Stand, die Reizkonstellation in Einzelheiten zu zerlegen. Die Sinnesorgane sind unsere Analysatoren. Bisher bestand, wie Pawlow mit Recht betont, die Sinnesphysiologie größtenteils aus physikalischem und aus subjektivem Material. Wir haben aber bereits gehört, und werden uns noch weiter damit zu beschäftigen haben, daß das Bewußtsein, d. h. die Fähigkeit, die eigenen Wahrnehmungen zu verstehen und dadurch die Handlungen zu beeinflussen, seelische Begleiterscheing von zu den Gnosien in einer noch höheren Abteilung des Gehirns hinzukommenden Prozessen ist. Die Gnosien und Praxien verlaufen an sich außerhalb des Bewußtseins. Sie sind also der rein objektiven Forschung vollkommen zugänglich. Das Pawlowsche Verfahren ist ein ausgezeichnetes Mittel hierfür. Der Analysator ist ein komplizierter Nervenmechanismus, welcher mit dem äußeren rezeptierenden Apparat beginnt und im Gehirn endigt, bald in dessen niedrigeren, bald in höheren Abschnitten. Der periphere Apparat ist ein Transformator äußerer Energie in Nervenprozesse. Der Grad der Zerlegung der Außenwelt durch die gegebene Analysatoren ist experimentell genau zu ermitteln. An dieser Stelle interessiert uns am meisten erstlich die Differenzierung bei der erwähnten Analyse durch die Sinnesorgane. Die Analyse im bedingten Reflex erfolgt stufenweise. Der Analysator tritt vorerst mit seinem allgemeinen gröberen Teil in Aktion. Erst später treten die feinsten und kleinsten Teile in Wirksamkeit. Eine helle Figur z. B. wirkt als Beleuchtungsverstärkung, allmählich erst kann aus der Figur selbst ein bedingter Reiz ausgearbeitet werden. Es wurde schon einmal gelegentlich angedeutet, daß diese Differenzierung auf dem Wege eines Hemmungsprozesses, durch „Dämpfung" der übrigen Teile des Analysators, außer einem ganz bestimmten, erzielt wird. Es wurde dies auf Induktion im erweiterten Wortsinn zurückgeführt (vgl. oben S. 9). Man kann solche Annahmen experimentell prüfen. Koffein z. B., welches das Gleichgewicht zwischen Erregungs- und Hemmungsprozeß zugunsten des ersteren schädigt, hebt die ausgearbeitete Differenzierung auf. Ähnliches beweisen partielle Exstirpationen der Großhirnhemisphären: je stärker das Gehirnende eines Analysators beschädigt ist, desto gröber wird nach Pawlow seine Arbeit.

Weiter muß uns hier ganz besonderes beschäftigen der „Kampf" zwischen den

verschiedenen bedingten Reflexen, die „Wahl" für den gegebenen Augenblick, die fortwährenden Hemmungen. Eine präzise Darstellung unserer bisherigen einschlägigen Erfahrungen, die wir dem Kreise Pawlows, Orbéli, Zelioni, Babkine, Boldyrew danken, findet der Leser in dem Werke Bohns[1]). Die charakteristischen Phänomene, zwischen denen ein Gleichgewicht hergestellt ist, sind das Erlöschen, das Wiederaufleben, die Hemmung der bedingten Reflexe. Schon die häufige Wiederholung führt zum Erlöschen. Dieses Verschwinden einer Reaktion erleichtert die Entstehung einer andern. Das Fortschreiten des Erlöschens bekundet sich darin, daß die Reaktion auf den bestimmten Reiz verspätet, nach langer Latenz oder gar nicht mehr eintritt. Die Latenzperiode ist dadurch manchmal abkürzbar, daß man dem ursprünglichen Reiz einen schwachen, für sich allein indifferenten hinzufügt. Sind solche akzessorische Reize stärker, wird im Gegenteil die Reaktion vollständig und zwar momentan aufgehoben. Oder es wird wenigstens der Reaktionsablauf verzögert, die Intensität vermindert. Gewöhnung wiederum vermindert auch den hemmenden Einfluß. Ferner wirken hemmend komplizierte, von der angepaßten verschiedene Arten der Reizung. Jeder indifferente Reiz kann eine vorhandene Reaktion aufheben. Der Tendenz des Organismus zur Bildung einer unbeschränkten Zahl neuer Reaktionsweisen hält also eine ständige Unterdrückung solcher das Gleichgewicht. Auf alle einschlägigen Dinge ist das Massengesetz anwendbar.

Endlich hat es für uns spezielle Bedeutung, wiederum das Verhältnis von bedingtem Reflex und tropistischer Reaktionsweise zu betrachten. In dieser Beziehung hat Dumas[2]) gefunden, daß gleichgültig, durch welches Sinnesorgan z. B. die sexuelle Erregung, welche auf das ganze Nervensystem irradieren kann (reichliche Sekretion aller Haut-, Speichel-, Magendrüsen, der Nieren, Muskelaktion), ausgelöst wird, besonders die Wirkung auf die Drüsen stets die gleiche bleibt. Übrigens ist, ganz im Einklang mit dem, was die früher angeführte Definition des (reinen) Wahrnehmungsprozesses besagt, die Bildung der bedingten Speichelreflexe stets von einer positiven motorischen Reaktion begleitet. Das Versuchstier (Hund) hält, wie auch ich in eigenen Experimenten stets gesehen, die Augen unausgesetzt auf den Schirm gerichtet, erscheint der Signal- (z. B. ein Buchstaben-) Reiz, macht er einen frohen Satz zum Schirm, wedelt mit dem Schwanz, sieht nach dem Experimentator u. dgl. Andere, nicht erwartete Reize werden mit Winseln usw. abgelehnt.

Die Probier- und die „einsichtige" Handlung in ihren Beziehungen zum tropismenähnlichen Verhalten werden wir an einer späteren Stelle zu untersuchen haben.

Bisher haben wir mehr das Nachteilige in dem Irradiieren der Motus auf den ganzen Körper unter der Übermacht des Reizes betrachtet. Es war hier ein Mangel in der Reizlokalisation insofern, als es nicht zur Reaktion von Organen, sondern des ganzen Körpers kam, vor allem zu Richtungsbewegungen. Der Fortschritt liegt hier in der Auswahl umschriebener Bewegungen (Sekretionen). Die Integration wiederum faßt aber gerade die Teile auch zum Vorteile des Ganzen zusammen. In dieser Hinsicht schreitet die Integration stufenweise im Tierreich auf. Auch in den strukturell höchst differenzierten Organismen kommen die physiologischen Teilzustände in der Weise

[1]) G. Bohn: Neue Tierpsychologie. Deutsch von R. Thesing. Leipzig, Veit, 1912.
[2]) Dumas: Journ. de Psychologie, 1910.

zur Geltung, daß sie einander verändern und sich zur Bildung eines allgemeinen Zustandes für den ganzen Organismus vereinigen [1]). Die physiologischen Teilzustände werden reguliert durch ihre Beziehungen zum normalen Lebenslauf des betreffenden Organs. Ebenso regulieren sich ihre Kombinationen durch das Verhältnis zum allgemeinen Lebenszyklus des Individuums. Insofern hängt das Verhalten der physiologischen Teilzustände von dem physiologischen Gesamtzustande ab, es wird immer unabhängiger von der Übermacht der Reize. Die Steigerung der Verschiedenheiten der Praxien, wie präzise sie auch werden mögen, muß mit ihrer Integration Schritt halten. Ein zu den Gephyreen gehöriger Wurm, der Sipunculus, zerfällt nach v. Uexküll scharf gesondert in zwei Aktionssysteme, ein Freß- und ein Bohrtier. Während das Ernährungstier im Sande seiner Arbeit obliegt, sinkt im Bewegungstier die statische Erregung immer mehr und mehr, bis die Muskeln völlig erschlafft sind. Der Körper verliert den kreisrunden Durchschnitt und legt sich als flaches Oval auf den Boden. Ein solches Tier ist völlig erschlafft und bewegungsunfähig. Das Bewegungstier ist gewissermaßen scheintod, es wird erst wieder erweckt durch allgemeine Hautreize (?). Bei den niederen Metazoen, z. B. bei den Coelenteraten, besitzen die verschiedenen Körperteile noch eine weitgehende Unabhängigkeit, die Tentakel der Medusen reagieren, vom Körper des Tieres abgetrennt, auf Reize geradeso, als ob sie sich noch in dessen Verbande befänden. Allerdings beweist selbst das Verhalten dieser Tiere nach Jennings, daß auch jeder Teil, z. B. gerade wiederum die Tentakeln, reagieren kann mit Rücksicht auf Beeinflußungen, die von anderen Körperteilen herkommen. Die Vereinheitlichung des Körpers ist also auch auf dieser Stufe des Lebens bereits eingeleitet. Die Koordination wächst bei den höheren Tieren. Sie geht aber auch beim Menschen teilweise wieder verloren unter krankhaften Bedingungen. Dies kommt zum Ausdruck z. B. durch den verminderten Nutzeffekt bei Arbeitsversuchen. Die Solidarität und die Stabilität der Erhaltungsfunktionen hat dabei gelitten [2]).

Eiweißstoffwechsel.

25. Das Eiweiß des Protoplasmas ist im besonderen Träger der Arteigenheit. Es existiert unter den „variablen physikalischen Zuständen" (in Perioden des Alters, des Wachstums, der Zeit des bloßen Wiederersatzes, unter gewissen krankhaften Verhältnissen) ein Optimum der lebendigen Substanz im direkten Einfluß des Eiweißverbrauches als des regulierenden Faktors im Stoffwechsel. In betreff alles dessen, was sich tatsächlich auf Eiweißansatz (Abnutzungsquote und Körperwachstum) bezieht, schließen wir uns am besten aufs engste an die Arbeiten und Gedanken Rubners an [3]). Eiweiß hat hinsichtlich des Gewebsaufbaues einen gewissen Vorrang. Schon bei Zufuhr kleiner, den Mindestbedarf im Hunger nur wenig überschreitender Eiweißmengen neben anderweitigen — dynamogenen — Nahrungsstoffen kommt Eiweißansatz in Betracht. Der jeweilige N-Ansatz ist entscheidend für die Größe des zerstörten disponiblen Eiweißes. Das Artplasma verliert nicht bloß beim Lebensvollzug fortwährend greifbares N-haltiges Material (Mauserung in Haaren, Haut- und Darmepithelien, Sekretbildung), sondern erleidet auch noch sonstige „insensible", nicht einfach in die genannten Verluste einbeziehbare Mengen: Abnutzungsquote. Diese ist eine direkt von der Lebensintensität abhängige Funktion.

[1]) Vgl. Jennings: l. c.

[2]) Vgl. F. Kraus: Ermüdung als Maß der Konstitution, l. c.

[3]) M. Rubner: Gesetz des Energieverbrauchs. Leipzig u. Wien, Deuticke, 1902. Archiv für Hygiene, 66. Bd. 1908.

Abweichungen von jenem erwähnten Optimum führen im allgemeinen zu N-Verlusten. Auch sie involvieren innerhalb gewisser Grenzen eine Tendenz zum Ausgleich. Die Adaptation (Auslangen mit kleinerer Eiweißzufuhr) ist aber ebenfalls mit Minderwertigkeit verbunden (geringere Widerstandsfähigkeit gegen Infektion u. dgl.).

Vom Vorratseiweiß, welches im Falle der Heranziehung auch von Eiweiß als Energiequelle vorhanden sein muß für die Zeit, in welcher ein neuer Eiweißstrom vom Darm her nicht ausreichend vorhanden ist, haben wir mit Rubner das Ersatz- und Ansatzeiweiß zu unterscheiden. Ferner ist zu trennen zwischen dem durch Spaltung eingeleiteten art- resp. organgemäßen Um- und Aufbau des Eiweißes (wobei ein Teil seiner potentiellen Energie verloren geht) einerseits und der Oxydation des N-freien Restes des Eiweißmoleküls andererseits, welch letzterer ausschließlich der Dynamogenese dient. Für energetische Zwecke wird das Eiweiß vor allem bei reiner (vorwiegender) Eiweißfütterung herangezogen. Bei ausreichender gleichzeitiger Kohlehydrat- und Fettzufuhr wird das Eiweiß aus der Energieproduktion verdrängt und bloß zum Ersatz und zur Verbesserung des N-Bestandes, sowie für die speziellen Leistungen der lebendigen Substanz selbst verwendet. Es findet dann bloß Eiweißspaltung statt. Die Eiweißsynthese im tierischen Organismus geht aus tiefen Spaltungsprodukten vor sich[1]). Bei überschüssigem Angebot kann dieselbe zur Einleitung auch verschwenderischen Abbaues werden. Eine direkte Kraftquelle ist sie nie. Der Eiweißansatz, die primäre organische Funktion des Artplasmas, ist dagegen wesentlicher Regulator auch des gesamten Umsatzes. Mit Gruber[2]) schreiben wir die Eiweißspaltung Fermenten zu, welche „nach Bedarf" (jugendliches Alter, Wachstum, Inanition, Rekonvaleszenz, gewisse Hormone, Infektion usw.) in der Menge variieren. Es hat manches für sich, anzunehmen, daß die Wachstumsbausteine erst als Reserven daliegen, bzw. daß die Gewebsstoffe aus Verbindungen, in die sie enzymatisch zerfallen, sich auch aufbauen. Der Muskel z. B. nimmt, wenigstens in der funktionellen Periode des Wachstums, nur beim Arbeiten zu. Von der Größe der zirkulierenden Nahrungsstoffe ist der Eiweißansatz bis zu einem gewissen Grade allerdings unabhängig. Aber je nach dem physiologischen Zustand der lebendigen Substanz selbst ist er verschieden. Je ärmer z. B. der Körper an Eiweiß ist, mit desto kleineren Eiweißzufuhren begnügt sich der Organismus, desto größer ist der Nutzeffekt der Eiweißzufuhr. Das beweisen verschiedene Stoffwechseluntersuchungen bei partieller Unterernährung verfallenen Menschen, bei Rekonvaleszenten usw. In unserer Betrachtungsweise fällt diese Tatsache unter die Heringsche Steuerung des Stoffwechsels. Der N-Um- und Ansatz ist nicht auf das Körpergewicht, sondern besser auf 100 g des im Körper vorhandenen Eiweißes selbst zu beziehen. Natürlich erfolgt der Eiweißansatz nicht etwa allgemein, in allen Geweben gleichmäßig. Im Hunger sind ja auch die Eiweißverluste an verschiedenen Stellen verschieden. Der Aufbau kann sehr vorwiegend, z. B. die Muskulatur, betreffen. Die N-haltige Komponente des Eiweißes unterliegt der besonderen Lebensarbeit des Artplasmas, nicht ausschließlich und direkt im energetischen Sinn, sondern auf eine Weise, die

[1]) Kutscher-Semann: Ztschr. phys. Chem., 34. Bd., 1901; 35. Bd., 1902.
Cohnheim: ibid. 33., 35., 36. Bd., 1901—1902.
Abderhalden-Rona: Ztschr. physiol. Chem., 42. Bd., 1904.

[2]) M. Gruber: Ztschr. f. Biol, 42. Bd.

vom Kraftbedarf verhältnismäßig unabhängig ist, und bei welcher Fermentationen die Hauptrolle spielen. Wiederersatz und Mehrung der lebendigen Substanz haben mit dem Kraftwechsel unmittelbar nichts zu tun, ersterer und letztere sind wohl zu scheidende organische Funktionen. Jene Mehrung ist aber doch für sich auch wieder eine Arbeitsleistung (Zerlegung des artfremden Materials, Umbau, Angliederung der Wachstumsbausteine, wozu noch Wachstumsarbeit im weiteren Sinne: Resorption, Zirkulation der Nahrungsmoleküle usw.) kommt. Die Abnutzungsquote geht natürlich auch dem gesamten Energiewechsel parallel. Niemals aber ist der Verbrauch von Eiweiß im Körper aufhebbar, es hat vitale Funktionen, welche anderes Material nicht ersetzen kann. Verminderung des Fettgehalts des Körpers verursacht eine eventuelle tödliche Erhöhung des Eiweißumsatzes. Das Umsatztempo der lebendigen Substanz ist ein besonderer regulierender Faktor auch des ganzen N-Stoffwechsels. Es gibt gewisse Stoffe, welche schon in minimaler Menge, den Fermentwirkungen ähnlich, Stoffwechselsteigerungen bewirken. Solche Verbindungen finden sich als normale Produkte des Metabolismus der endokrinen Organe; sie wirken auch vom Darm her. Ihr Einfluß unterliegt auch pathologischen Variationen. Das Infektionsfieber gehört ebenfalls hierher. Qualitativ intermediäre Störungen des Eiweißstoffwechsels wiederum finden wir in der Aminosäurendiathese.

Obwohl wir also die Aufgabe der verdauten Nahrungsstoffe für den Wiederersatz verbrauchten Materials und dem Aufbau der Organe einer-, als Energieträger für mechanische und chemische Leistungen andererseits scharf auseinanderhalten, weisen wir doch nicht einseitig dem Eiweiß die Sonderstellung zu, welche ihm in der Pathologie vielfach auch jetzt noch eingeräumt wird. Es kommt uns vielmehr für später folgende speziell pathologische Darstellungen auf die Heraushebung des Artplasmas an, auf alles, was wir wiederholt als genotypisch angelegtes Ganzes des Organismus bezeichnet haben.

Der Stoffwechsel hängt mit thermischen Verhältnissen zusammen[1]). Nicht nachweislich mit der absoluten Temperatur. Aber die homöothermen Organismen halten ein artgemäßes Temperaturoptimum konstant, das wesentlich höher liegt als die Temperatur der Umgebung. Alle Energie, welche im Körper mechanische oder chemische Leistungen vermittelt, nimmt schließlich, wenn die Arbeit aufhört, die Form von Wärme an. Man bedenke, daß chemische Energie überhaupt Differenz zwischen Beträgen thermischer Energie ist. Der Organismus gibt also beständig Wärme ab. Diese Verluste müssen gedeckt werden: Rubner zeigte, daß der (hungernde) Hund bis zu einer Umgebungstemperatur von etwa 30° C Stoff verbraucht für die Produktion von (lauer) Wärme. Aber der Kraftbedarf des tierischen Organismus läßt sich nicht decken durch Zufuhr irgendeiner Form außenerzeugter Energie. Jene, von Rubner chemisch genannte, Wärmeregulation hat ihre Grenzen. Beim Hunde bleibt oberhalb 30° C zunächst der Verbrauch auf gleicher Höhe stehen, bei weiterer Überwärmung steigt der Stoffwechsel wieder, wenn gewisse Vorkehrungen („physikalische" Wärmeregulation) nicht ausreichen. Den Menschen finden wir sozusagen immer in physikalischer Wärmeregulation. Ein Mittel, (laue) Wärme in höherwertige Energie zurückzuverwandeln, besitzt der tierische Organismus nicht.

[1]) Vgl. M. Rubners Zusammenfassung seiner Ideen in: Kraft und Stoff im Haushalt der Natur. Leipzig 1909.

Richet: Chaleur Dictionaire de physiol. III-

So läßt sich auch die Wärmeabgabe vom Körper durch Erhöhung der Umgebungstemperatur nicht vollständig aufheben. „Innere" Arbeit ist es, welche den Metabolismus weitergehen macht (Herzaktion, Respiration, Darmbewegung, Drüsentätigkeit, Haltung, resp. Spannung der Muskulatur, Umsatztempo der lebendigen Substanz bei Mauserung, Ersatz und Wachstum, Hormonwirkung). Die Krankheitslehre beweist (Fieber), daß Körpertemperatur und Stoffwechsel, trotz vielfachen Zusammenhangs, zwei Tasten einer Klaviatur sind, die auch getrennt gespielt werden können. Die Versuche von R. Hirsch[1]) lehren, daß (im Anaphylatoxin-) Fieber, bei Fieber und unter Chinin- (sowie Thyreoidin-) Wirkung trotz starker Fiebertemperatur die Wärmeproduktion, gemessen nach gleichzeitiger direkter Kalorimetrie und indirekter Berechnung aus dem Stoffumsatz, normal sein kann. Andererseits zeigen die Adrenalinhypothermieversuche von R. Hirsch, daß man von gewissen endokrinen Organen aus, z. B. durch Adrenalin, gleichzeitig die Wärmeproduktion (gemessen durch Kalorimetrie und Kohlensäureproduktion) und das Temperaturgleichgewicht fast bis zur Vernichtung beider unterdrücken kann.

Das Rubnersche Isodynamiegesetz[2]), nach welchem sich die Nährstoffe, insoweit sie den Hungerbedarf nicht überschreiten, innerhalb des Geltungsbereichs der chemischen Wärmeregulation nach den Wärmemengen vertreten, die aus ihrer Oxydation im Körper frei werden, hat das energetische Prinzip der Nahrungsregulation in der organischen Welt begründet. Es wurde schon auseinandergesetzt, daß es mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik praktisch verträglich ist. Aber der physiologische Effekt der Nahrung ist natürlich nicht etwa bloß in Wärmeproduktion zu suchen, wie aus manchen klinischen Abhandlungen hervorgehen möchte. In der lebendigen Substanz finden wir für den Vollzug ihrer verschiedenen Leistungen überhaupt nicht eine spezielle Energieform, sondern dieser geschieht aus individuell gegebenen und allmählich aufzuzehrenden energetischen Situationen heraus, welche jeweils chemisch (physikalisch-chemisch) begründet sind und Einflüssen der Umwelt unterliegen. Vielleicht wurzelt auch das Isodynamiegesetz zuletzt in der Tatsache, daß gerade die Kohlehydrate das adäquate Brennmaterial für den Organismus darstellen. Der Stoffwechsel ist nicht, wie Ostwald[3]) will, nur eine Begleiterscheinung des Energiestroms. Alle beim Funktionieren (die Entwicklungsarbeit eingeschlossen) frei werdende Energie setzt geeignete, immer wieder hergestellte chemische Ausgangskonstellationen und bestimmte Intermediärprodukte im Metabolismus voraus. „Der Lebensprozeß findet in der Wärme selbst kein Mittel seines Unterhaltes. Somit bleibt die Materie zunächst als Quelle der Lebenshaltung zu betrachten" (Rubner). Erst nach Leistung der spezifisch vitalen Arbeit nimmt die Energie im Organismus den Zustand von (lauer) Wärme an. Die Wärme, welche schon beim ersten Ab- und Umbau der Nahrung frei wird, kann für den vitalen Prozeß selbst nicht mehr verwertet werden. Daß innerhalb des Geltungsbereiches der chemischen Wärmeregulierung, wo es vor allem auf Deckung von Wärmeeinbußen ankommt, auch alle Wärme in gleicher Weise herangezogen wird, kann nicht überraschen. Es wird damit eine Stoffwechselgröße erspart, welche dem Wärmebedarf an sich zu entsprechen vermag. Bei reichlicher Nahrung ist ein so großer, aus dieser selbst stam-

[1]) R. Hirsch: Zeitschr. für experimentelle Therapie 1918.
[2]) M. Rubner: Zeitschr. für Biologie, 19. Bd., 22. Bd.
[3]) W. Ostwald: Naturphilosophie, l. c.

mender Wärmebetrag vorhanden, daß der Umsatz unabhängig von den gewöhnlichen Schwankungen der Umgebungstemperatur und die chemische Wärmeregulation aufgehoben wird.

Aus dem Vorstehenden ergeben sich eine Reihe konstitutioneller Maße.

Einen gewissen Einblick in die Abnutzungsquote des Organismus gewährt auch die „endogene" Harnsäure. Im Zusammenhang mit dem Eiweißstoffwechsel ist der Purinumsatz speziell des Säuglings ein wichtiger Maßstab des Wachstums.

Bei Nahrungsentziehung sinkt der Eiweißumsatz rasch ab und erreicht einen, längere Zeit unverändert bestehenden Minimalbetrag. Daß es unmöglich ist, schon mit diesem Minimum Stickstoffgleichgewicht überhaupt herbeizuführen, liegt teilweise an der Überlegenheit des arteigenen Eiweißes. Artfremdes Material verliert bei der Umprägung in arteigenes einen Teil seiner potentiellen Energie. Je mehr N-freie Nahrungsstoffe dem Organismus zugeführt werden, desto mehr kann der Organismus den Eiweißumsatz einschränken. Beim Hunde hat sich feststellen lassen, daß bei reichlicher, den Energiebedarf deckender, Kohlehydratnahrung Zufuhr fallender Eiweißmengen auf einen Minimumbedarf führten, welcher dem bei Nahrungsentziehung zersetzten Eiweiß nahekommt[1]. Seither konnte das Minimum noch unter dieses Quantum reduziert werden. Siven[2] nahm in einer 17tägigen Reihe mit der Nahrung 2,96 g N, davon nicht ganz 2,0 g als Eiweiß und in einer zweiten 4tägigen 4,02 g auf. In der ersteren gab er 1,5 g N ab. Unter der Voraussetzung, daß der Amidstickstoff der Nahrung nicht als Eiweiß verwertet worden sei, hatte er etwas über 20 g Eiweiß umgesetzt. Auf beinahe ebenso niedrige Werte konnte Landergren[3] seinen Umsatz reduzieren. Dieses durch Kohlehydrat- und Fettfütterung erreichbare Minimum von Eiweißverbrauch entspräche der Rubnerschen Abnutzungsquote (Ersatzeiweiß). Beim Erwachsenen ist dieser Betrag auf 20—30 g (3—5 g N) einzuschätzen. Aus naheliegenden Gründen kann er leider nicht in jedem Einzelfall festgestellt werden. Zeiten von katastrophaler Nahrungsmittelknappheit ermöglichen es schon eher, ohne daß wir uns darüber zu freuen haben.

Der Eiweißansatz des Erwachsenen (bei unteroptimalem Eiweißbestand des Körpers) ist, wie wir gesehen haben, eine variable Größe. Es hätte Bedeutung als Maßstab einer Verbesserung des physiologischen Zustandes der lebendigen Substanz, die Kurve festzustellen, in welcher von Tag zu Tag mit der Annäherung an das Optimum bei einem bestimmten Individuum die N-Anziehung, welche der regulierende Faktor für die Zerstörung disponiblen Eiweißes ist, sich bewegt. Nach dem Paradigma der einschlägigen Tierversuche Rubners sollte auch beim Menschen experimentelles Material unter Berücksichtigung der individuellen Verhältnisse gesammelt werden.

Stickstoffmengen, die in längeren Mastversuchen im menschlichen Körper zurückbleiben, dürfen wohl als Eiweiß berechnet werden. Die Fleischmast ist hinsichtlich des Menschen ein Gegenstand unfruchtbarer Kontroversen.

Rubner nannte, wie wir gesehen haben, die in Prozenten ausgedrückte Beziehung zwischen dem Energieansatz in Form von Auswuchs lebendiger Substanz und zwischen dem gleichzeitigen Kraftwechsel den Wachstumsquotienten. Er stellt für jede Spezies ein Optimum dar; darüber hinausgehende Ernährung bewirkt nicht stärkeres Wachs-

[1] Vgl. E. Voit und A. Korkuroff: Ztschr. f. Biolog., 32. Bd. 1895.
[2] Siven: Skand. Arch. Physiol., 11. Bd., 1901.
[3] Landergren: ibid., 14. Bd., 1903.

tum. Der Wachstumsquotient ist sehr variabel, gleich nach der Geburt groß, sinkt er später. Rubner schätzt, daß, während im „fertigen" Säugeorganismus die materiellen Leistungen (Eiweißbedarf), energetisch ausgedrückt, 4 Prozent betragen, der Quotient während des Wachstums 40 Prozent, also das Zehnfache ausmacht.

Endlich erinnere ich hier nochmals an den Versuch Rubners, ebenfalls auf Grund von Stoffwechselversuchen[1]), auch noch ein energetisches Gesetz des Wachstums und der Lebensdauer aufzustellen, welches im wesentlichen auf eine Begrenzung beider hinausläuft. Es knüpft an die fötale Periode, Kindheit und Jugendzeit, Reifezeit, Altern und Tod, an die jeder Spezies eigentümliche Leibesgröße, die Sexualverhältnisse, also an die Dinge an, welche uns als Hauptinhalt auch einer Individualitätslehre besonders interessieren müssen. Rubner betont für die einschlägigen Verhältnisse als gleichfalls maßgebend die vererbte Anlage. Für den Zustand vollkommenster Ausbildung schlägt er, im Gegensatz zu Kachexie, den Terminus Euexie vor, den ich festhalten zu sollen glaube, da auch klinisch-pathologisch ein Bedürfnis für ihn vorhanden ist.

Immunität und Stoffwechsel.

26. Einer Übertragung der Immunitätstheorien auf die Ernährungsvorgänge steht nichts im Wege, wenn man das Artgeschehen und nicht die energetische Bedeutung des Stoffwechsels ins Auge faßt. Tatsächliche Unterlagen liefert der parenterale Eiweiß-Stoffwechsel. Wir rekurrieren auf das Idioplasma, nicht auf bestimmte zytologische Vorstellungen. Die zelluläre Immunität ist auch nur Eigenartsimmunität. Gewiß existiert eine Organ- und Gewebsimmunität, bei gewissen Infektionskrankheiten stehen überhaupt bestimmte Organe im Mittelpunkt des Prozesses: aber das braucht obige Auffassung nicht zu beeinflussen.

Jede Giftwirkung tritt in den Hintergrund, wenn die dem intermediären Metabolismus unterliegenden Verbindungen durch normalerweise vorbereitete Fermente usw., also durch die sofort arbeitsbereite chemische Organisation des Protoplasmas glatt bewältigt werden. Fehlt andererseits jeder chemische Angriffspunkt, wird das fremde (z. B. Fett, Eiweiß) als Depot abgelagert, bzw. der Organismus ist „giftresistent", „natürlich immun" usw.

Handelt es sich um ein wiederholtes Angebot zwar assimilierbarer, aber doch solcher Moleküle, welche der fermentativen usw. Aufspaltung im Stoffwechsel sowie dem Umbau ungewohnt sind, mit denen die lebendige Substanz zwar überhaupt in Wechselwirkung treten kann, dafür aber gewisse Modifikationen der angepaßten trennenden, umbauenden und synthetischen Arbeit aufzubringen haben, interkurrieren (für sich getrennt zu betrachtende) Vergiftungserscheinungen.

Beim Immunisierungsvorgang geht zunächst protoplasmatisches Material zugrunde. Außerdem gelangen aber aus diesem oder aus resistenteren Teilen der lebendigen Substanz Reaktionsprodukte in die Säftemasse (spezifische Immunkörper). Es spricht vieles dafür, daß bei der Erzeugung der Antikörper Fermente mindestens beteiligt sind, die Antikörper bestehen aus ev. mobilisierten fermentartigen Gruppen des Protoplasmas. Die Spezifizität braucht keine absolute zu sein. In die Zusammensetzung der Immunkörper gehen auch Lipoide ein (Syphilis).

Die Allergie, sofern man damit nicht Immunität, Anaphylaxie und überhaupt

[1]) M. Rubner: Problem der Lebensdauer. München, Berlin, Oldenbourg, 1908. Kraft und Stoff im Haushalt der Natur. Leipzig 1909.

die veränderte Reaktionsbereitschaft unter einschlägigen Bedingungen verstehen will, entspricht vor allem einem Reizzustand („Stimmung") durch weniger heftig wirkendes Gift. Sie äußert sich gewöhnlich besonders bei Reinfektion (Reinjektion). Das Geschehen ist im übrigen ein ähnliches, wie bei Anaphylaxie.

Die Anaphylaxie gehört zur Immunisierung. Die erst eingeführten Antigene werden abgebaut. Es entstehen giftige Stoffe, welche aber erst durch Reinjektion neuen Antigens aus nicht toxischen Verbindungen frei gemacht werden, zu denen das Antigen stärkere Verwandtschaft besitzt. In gleicher Weise macht sich die Allergie bei Reinjektion erst geltend. Letztere führt dann zu Immunität oder zu schwererem Krankwerden.

Bei paranteraler Einführung z. B. von Albumosen (Peptonen) verändert sich die Gerinnungsfähigkeit des Blutes, die Diurese, es kommt zu Blutungen, besonders in den Darm, zu „Lungenstarre" usw., kurz zum Symptomenkomplex des sogenannten anaphylaktischen Shoks[1]). Eine vorherige Injektion von Wittepepton schützt auch gegen eine etwas später beigebrachte tödliche Dosis von Anaphylatoxin. Die parenteral (subkutan, intravenös) eingeführte artfremde Albumose erscheint teilweise im Urin und im Darm, teilweise wird sie wohl zunächst deponiert in Organen (Zelleinschlußeiweiß?), zum Teil endlich unterliegt sie, wie Abderhalden und seine Mitarbeiter in epochemachenden Untersuchungen nachgewiesen haben[2]), dem Abbau (durch „Schutzfermente"). Die in den Körperzellen normalerweise ubiquitär vorhandenen proteolytischen Fermente reichen nicht aus. Es treten also solche in der Blutbahn auf. Erfahrungsgemäß findet nun eine zweite Injektion günstigere Verhältnisse für Retention und Abbau, als die vorhergehende. Diese Fermente sind nicht spezifisch. Sie entstammen wohl hauptsächlich den Leukozyten. Wir werden auch später sehen, daß der anaphylaktische Zustand, obwohl er ein spezifischer ist, in direkter Beziehung steht zu dem durch jene Fermente bewirkten parenteralen Eiweißabbau. Auch die Eklampsie werden wir in diesem Zusammenhang später zu besprechen haben.

Wenn direkte Nährstoffe (Eiweißkörper, Serum, Kasein) als Antigen funktionieren, liegt es nahe, die Vorgänge, welche wir in der Immunitätslehre als Ursache der Toxinwirkung kennen lernen, derjenigen beim normalen Ernährungsakt — rein formal — an die Seite zu stellen. Die Immunisierung würde demnach nichts eigentlich Neues leisten, sie würde bloß in der Entwicklungsarbeit artgemäß vorgebildete Einrichtungen spezifisch (je nach dem Antigen) prägnant gestalten.

Ehrlich[3]) nimmt an, daß, durch Besetzung der Zellrezeptoren mit den haptophoren Gruppen des Antigens, eine funktionelle Ausschaltung derselben erfolgt, welcher Ausfall durch „überkompensierende" Regeneration ersetzt wird. Die spezifischen Seitenketten werden als Antitoxin an die Säftemasse abgegeben.

Gesetz vom Minimum.

27. Für die Ernährung der Pflanzen hatte J. v. Liebig ein quantitatives Gesetz aufgestellt[4]), welches Riebesell als „Gesetz vom Minimum" in folgender allgemeiner

[1]) Vgl. Biedl-Kraus: Wien. Klin. Wochenschr., 23. Bd., 1909.
Besredka-Ströbel: Soc. Biol., T. 71, 1911.
W. Caspar: Handbuch der Biochem. Ergänzungsband. Fischer, Jena 1913.
[2]) E. Abderhalden: Vgl. die Zusammenstellung in Heilner: Zeitschr. f. Biol., 56. Bd., 1911.
[3]) P. Ehrlich: Schlußbetrachtungen. Nothnagels Handbuch, VIII. Bd.
[4]) Vgl. E. A. Mitscherlich: Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Berlin 1913.

biologischer Fassung darstellt[1]. Liebig nahm an, daß von den zahlreichen Vegetationsfaktoren, welche das Pflanzenwachstum beeinflussen, derjenige die Hauptrolle spielt, welcher im Minimum vorhanden ist. Wenn z. B. Wasser in knappen Mengen zur Verfügung steht, kann das Wachstum nur denjenigen Grad erreichen, den diese Menge zuläßt. Wie steigert sich nun das Wachstum, wenn das Minimum größer wird? Die einfachste Annahme wäre, daß es (y) proportional dem im Minimum vorhandenen Faktor x steigt. Dann würde

$$y = a + bx,$$

worin a den Ertrag bedeutet, welcher beim Minimum erzielt wird, und b einen Proportionalitätsfaktor. In Wirklichkeit läßt sich das Wachstum (der Ertrag) aber nicht, dieser Formel entsprechend, ins Unendliche steigern. Bei jedem Wachstum tritt ferner direkt eine Hemmung für die größere Aufnahme des betreffenden Faktors auf (z. B. Verdunstung und Wasseraufnahme). Das Wachstum (der Ertrag) ist deshalb wohl eine zuerst schnell, dann immer langsamer wachsende Funktion, die sich einem bestimmten konstanten Maximum nähert. Die Änderung bei Vermehrung der Nahrungszufuhr um die Einheit können wir unmittelbar mit dem Wachstum der Pflanze, d. h. mit der Zunahme der Größe bei Vergrößerung des Vegetationsfaktors vergleichen. Dieses Wachstum wird zuerst große Werte annehmen und sich allmählich der Null nähern. Bei der mathematischen Behandlung des Gegebenen in den Naturwissenschaften begegnet man nach Riebesell solchen Funktionen häufig. Riebesell macht deshalb die Annahme, daß die Wachstumsgeschwindigkeit proportional demjenigen Ertrage ist, der noch am Höchstertrage A fehlt. Er stellt also folgende Gleichung auf:

$$\frac{dy}{dx} = k(A - y).$$

Die Integration ausgeführt, ergibt sich:

$$\lg(A - y) = c - kx.$$

Die Konstante c ist dadurch bestimmt, daß für $x = o$ das $y = a$ wird. Also:

$$c = \lg(A - a),$$

so daß das Gesetz lautet:

$$\lg(A - y) = \lg(A - a) - kx$$

$$\text{oder } A - y = A_1 \cdot e^{-kx}$$

$$\text{wo } A_1 = A - a.$$

Dieses Gesetz hat nach Riebesell seine Gültigkeit bei Versuchen mit den verschiedensten Vegetationsfaktoren (Wasser, Licht, Bodenwärme, den verschiedenen Nähr- und Dungstoffen, sowie für die Tiefe der Ackerkrume) erwiesen. Wir werden sehen, daß dieses Gesetz auch für Tiere gültig ist.

28. Ein besonderes wichtiges Organisationsprinzip ist die Begrenzung des Wachstums in der Gesamtheit und nach speziellen Dimensionen durch den Umstand, daß alle gerade für die Aufrechterhaltung des dynamischen Gleichgewichts des Organismus maßgebenden anatomischen Einrichtungen und Leistungen nicht entsprechend dem Volum, sondern in einem ganz bestimmten anderen Verhältnis zunehmen. Es machen sich gleichzeitig Widerstände geltend gegen ein ungemessenes Größenwachstum und gegen die weitere Vermehrung der zum Lebensbetrieb notwendigen Spannkräfte. Vergrößert sich ein Individuum auf das doppelte seiner Länge, Breite und Höhe,

Flächenprinzip.

[1] P. Riebesell: Die Naturwissenschaften IV, H. 30. 1916.

muß ein achtmal so großer Körper ernährt und durchblutet werden. Aber Darm- und Gefäßquerschnitt, sowie die Oberfläche des Darms, der Kapillaren usw. haben nur auf das Vierfache zugenommen. Die Aufnahme der Nährstoffe, die Funktionsgröße von Herz und Lungen wachsen bloß im Verhältnis zum Quadrat der linearen Abmessungen, sie nehmen zu proportional $V^{2/3}$, bzw. das spezifische Gewicht der lebendigen Substanz gleich 1 gesetzt, $P^{2/3}$. Würden Gefäße und Darm im Verhältnis zu V (P) größer werden, könnten die art- und individualgemäßen Relationen der einzelnen Körperteile zueinander und zum Gesamtorganismus, also die ganze innere Konstitution, nicht entfernt aufrecht bleiben. Ferner braucht nach v. Hoeßlin[1]), eine neugeborene Maus, ebenfalls im Zusammenhang mit diesen Organisationsverhältnissen, um das Fünffache des Anfangsgewichts (1,4 g) zu erreichen, 4 Wochen, ein 30 kg schweres Fohlen, um denselben Mehrbetrag zu gewinnen, bis 2½ Jahre, also das Dreißigfache jener Zeit.

Dieses Organisationsprinzip ist, wie man sieht, ganz besonders ein individuelles, das Ganze des Organismus betreffendes, es würde schwer sein, es auf zelluläre Einheiten zurückzuführen. Es kommt hier wiederum auf das an, was bisher als Entwicklungsarbeit bezeichnet worden ist. Vom Anfang an wählte ich eine Darstellung, welche der Auffassung, als ob der tierische Organismus passiv im Weltenraum auskühlt und nach diesem Ausgangspunkt seine Wärmeproduktion richtet, entgegengesetzt ist. Die tierische Energieproduktion hängt in erster Linie mit der inneren Organisation, resp. mit der geleisteten inneren und äußeren Arbeit zusammen, diese Faktoren sind maßgebend für die Nahrungsaufnahme. Wenigstens unsere Haustiere können hinsichtlich ihrer körperlichen Kraftquellen bis zum Maximum der Leistungsfähigkeit ihrer Darmoberfläche herangezogen werden. Die Ursache für den kontinuierlichen Stoffumsatz ist die mit dem „physiologischen Zustand" variable innere Kraftleistung des Organismus (Entwicklungsarbeit, Zirkulation, Respiration, Sekretion, Muskelhaltung) und das aufrecht erhaltene Temperaturoptimum. Zuletzt nimmt jegliche energetische Leistung die Form von („lauer") Wärme an (man denke an eine gestrichene Saite, Schall und Wärme). Aber dieser Betrag deckt nicht den ganzen Wärmebedarf, das erwähnte Temperaturoptimum erfordert noch für sich einen Stoffwechsel. Man kann trotzdem nicht sagen, daß die organische Wärmeproduktion bloß von der ceteris paribus an die Hautoberfläche, nicht ans Gewicht geknüpfte Ausstrahlung des höher temperierten Körpers an die kühlere Umgebung abhängt. Die Organisation bestimmt Kraftleistung und Eigentemperatur, nicht die Wärmeverluste Kraftleistung und Organisation. Es läßt sich auch nicht annehmen, daß kleinere Tiere, nur weil ihre Oberfläche pro kg Körpergewicht größer ist als die großer, pro Kilo Gewichtseinheit entsprechend mehr zersetzen. Dasselbe Organisationsprinzip ist maßgebend für den stärkeren Umsatz der Kleinen.

Im Einklang mit dieser Auffassung und dem eben Erwähnten hat sich tatsächlich herausgestellt, daß die Wärmeproduktion nicht das Gewicht, sondern der zweiten Potenz aus der dritten Wurzel des Gewichts entspricht. Auch der Arbeitsaufwand, bzw. der Stoffverbrauch für die Fortbewegung der Körpermaße ist nicht dieser selbst, sondern dem Quadrat ihrer dritten Wurzel proportional, entsprechend dem Maß

[1]) H. v. Hoeßlin: Über die Ursachen der scheinbaren Abhängigkeit des Umsatzes von der Größe der Körperoberfläche. Arch. f. Anatomie u. Physiol. Abt. 1888.

der täglich geleisteten Muskelarbeit, steigt auch die Größe des Ruheumsatzes (was auch für den Menschen gilt). Da haben wir also wiederum ein Flächengesetz.

Bergmann, Vierordt und besonders Rubner, der auch auf diesem Gebiete unbestreitbar die größten Verdienste besitzt[1]), haben das Flächengesetz auf die Körperoberfläche bezogen („energetisches Oberflächengesetz"), deren Größe zuerst Vierordt genauer festzustellen bemüht war. Durch deren Ausmessung ist beim Menschen und gewissen Tieren in der Tat annähernd zutreffend ein für jede Spezies in gewissen Grenzen schwankender genereller Faktor gefunden worden, der mit dem, Quadrat aus der dritten Wurzel des Gewichts in Grammen multipliziert die auf 1 kg Gewicht entfallende Oberfläche in Quadratzentimetern ergibt. Daß solche Schätzungen Grenzen der Genauigkeit haben müssen, liegt auf der Hand: die äußere Körperoberfläche ist lange nicht die ganze Wärme abgebende Fläche! Und daß der physiologische Zustand wesentlich mit entscheidet, beweisen Beobachtungen von Rubner selbst, nach denen bei einem und demselben Hungertier in verschiedenem Ernährungszustande der Energieumsatz mehr dem Lebendgewicht als der Oberfläche sich anpaßt. Allerdings pflegt unter solchen Verhältnissen die Körpertemperatur zu sinken. Das Gesetz der Oberflächenwirkung würde also bloß bei Tieren von annähernd gleichem Ernährungszustand gelten.

Ich selbst würde glauben, daß man im Sinne des erwähnten Organisationsprinzips besser mit v. Hoeßlin einfach das Parallelgehen des Umsatzes des ganzen Körpers mit der $^2/_3$ Potenz des Gewichtes, also ein Flächengesetz formuliert. Auch der Körperquerschnitt, das Lumen der Blutgefäße, die Darmoberfläche, geht, wie schon erwähnt, parallel dieser $^2/_3$ Potenz.

Für ein solches allgemeines Flächengesetz ist schon Pfaundler (Kinder) eingetreten. Dieser Abschnitt war bereits niedergeschrieben, als v. Pirquets einschlägige Untersuchungen, die von ähnlichen Erwägungen ausgehen, erschienen sind.

v. Pirquet hat gefunden, daß die Sitzhöhe (Distanz von der Sitzfläche zur Scheitelfläche) in enger Beziehung zum Körpergewicht des Menschen steht. Bei gleicher Entwicklung von Muskulatur und Fettpolster ist das Verhältnis zwischen dem Kubus der Sitzhöhe und dem Körpergewicht in allen Lebensaltern konstant. Beim (muskelkräftigen) Erwachsenen und beim (wohlgenährten) Säugling ist der Kubus der Sitzhöhe gleich dem zehnfachen Körpergewicht. Die Indexzahl $\sqrt[3]{10\ \text{Gewicht}}$: Sitzhöhe ist (annähernd) gleich 100 : 90. Ein Würfel mit der Sitzhöhe als Seitenlänge, also ein Würfel, in dem der Mensch gerade aufrecht sitzen kann, würde, mit Wasser gefüllt, das zehnfache Gewicht des Menschen haben. Oder: in diesem Würfel würden gerade zehn Menschen Raum finden. Solche Beziehungen zum Würfel illustrieren unmittelbar die Bedeutung des Flächengesetzes als Organisationsprinzip. Das Quadrat der Sitzhöhe könnte, nach v. Pirquet, als annäherndes Maß der resorbierenden Darmfläche gelten. Beim Säugling und Erwachsenen wäre die Darmfläche ungefähr gleich der zweiten Potenz der dritten Wurzel des zehnfachen in g angegebenen Körper-

[1]) M. Rubner: Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Leipzig 1902. Über den Einfluß der Körpergröße auf Kraft- und Stoffwechsel. Ztschr. f. Biologie, 19. Bd., 1883. Handbuch der Hygiene, I. Bd. Hirzel, Leipzig 1911. Kraft und Stoff. Leipzig 1909.

E. Voit: Ztschr. f. Biologie, 41. Bd., 1901.

v. Pfaundler: Körpermaßstudien an Kindern. Springer, Berlin 1906.

v. Pirquet: System der Ernährung, I. T. Berlin 1917.

gewichtes. Endlich findet v. Pirquet, daß die Höhe der Nahrungszufuhr der ideellen Darmoberfläche, also dem Körperquerschnitt (der $^2/_3$ Potenz des Gewichts) parallel geht. Das würde vollständig zu den Hoeßlinschen Gedankengängen passen.

Ich zweifle nicht, daß die fortgesetzte Detailuntersuchung das energetische Oberflächengesetz und das eben auseinandergesetzte allgemeinere Flächengesetz in Einklang bringen werden. Vorläufig ist tatsächlich festzuhalten, daß beide auf die $^2/_3$ Potenz des Gewichts begründet sind.

Trotz der Schranken, welche das richtig verstandene Flächenprinzip der ungemessenen Größenzunahme setzt, kann auf die Erfahrungen der Züchter verwiesen werden, welche durch passende Auswahl der Tiere selbst, sowie der Ernährungs- und Lebensweise doch stattliche Zunahmen des Gewichts und Volums über das Gewöhnliche hinaus erzielen (Pferd, Rind, Pflanzenfrüchte), welche dann beim Verwildern wieder zurückgehen. Ähnliches weist die Anthropologie nach.

Andererseits wiederum leuchtet nach dem letztdargelegten Organisationsprinzip eine Gefährlichkeit des einseitig nach bestimmten Dimensionen (Höhe) gerichteten Wachstums speziell des Menschen ein („kümmernder" Hochwuchs). Die der Fläche eines Querschnittes proportionale Leistung von Herz, Lungen, Darm ist eben bei mehr kubisch gebauten Körpern anders, als bei einem steil prismatischen.

Endlich ist noch darauf hinzuweisen, daß in der Formel des energetischen Flächengesetzes $W = aK$ die Konstante a individuell schwankt. Es ist eine klinisch pathologische Aufgabe, die Kenntnis solcher Variationen zwecks Aufklärung verschiedener konstitutioneller Faktoren weiterzuführen.

Der Ansatz muß nach dem Vorstehenden also auf Flächenvergrößerung gerichtet sein. Riebesell[1]) glaubt, daß für die Erhaltungsdiät, welche lediglich zur Erhaltung und zum Wachstum dient, das oben für die Pflanzen abgeleitete Minimumgesetz gültig ist, was man mutalis mutandis zugeben kann. Auch für die speziell vom Kulturmenschen zugeführte „abundante" Kost, welche hauptsächlich der Wärmeproduktion dient, die ja ebenfalls der Fläche parallel geht, kann man das noch annehmen. Riebesell formuliert das Nahrungs-Wachstumsgesetz:

$$y = f_1(x),$$

worin y wiederum das Gewicht bedeutet. Das Gewicht des Tieres (y) ist, wie das der Pflanze, von der aufgenommenen Nahrung (x) abhängig. Die Futteraufnahme (x) wachsender Tiere und Pflanzen wird von Riebesell als Funktion ihres Alters (t) bestimmt, das Gesetz $x = f2(t)$ wäre als „Ernährungsgesetz" zu bezeichnen. Er bezieht hierzu die Nahrungsaufnahme zu Beginn der Entwicklung immer auf 1000 kg Lebendgewicht. Dann erkennt man, daß die Nahrungsaufnahme zu Beginn der Entwicklung groß ist, allmählich kleiner wird und einem Minimum zustrebt (als Folge der Abnahme der Wachstumsintensität). Die Geschwindigkeit dieses Zustrebens der Nahrungsaufnahme zum Minimum wird umso geringer, je näher man dem Minimum kommt. Wamser[2]) hat, gestützt auf Ergebnisse von Friedenthals Untersuchungen[3]) folgendes Gesetz aufgestellt:

$$\frac{dx}{dt} = k(x - b),$$

worin x die Menge der aufgenommenen Nahrung in kg, t die Zeit der Entwicklung

[1]) Riebesell: l. c.

[2]) H. P. Wamser: Dissertation. Königsberg 1915.

[3]) H. Friedenthal: l. c.

in Tagen, b das am Ende erreichte Minimum und k einen Proportionalitätsfaktor darstellen. Riebesell zieht es vor, dx negativ zu nehmen (da es sich um ein abnehmendes x handelt), also zu schreiben:

$$\frac{dx}{dt} = -k\,(x - b).$$

Die Integration ergibt dann:

$$\lg\,(x - b) = c - k \cdot t$$

$$x - b = C \cdot e^{-kt}.$$

Soll für die Zeit der Geburt, d. h. für $t = o$, $x = B$ sein, so ergibt sich

$$C = B - b,$$

und das Gesetz wird:

$$x = b + (B - b)\,e^{-kt}.$$

Die drei Konstanten, b, C und k sind aus den Beobachtungsresultaten zu bestimmen. Am einfachsten ist die Ermittlung, wenn die drei Wertepaare $x_1 t_1$, $x_2 t_2$ und $x_3 t_3$ so gewählt werden, daß $t_3 - t_2 = t_2 - t_1$ ist, d. h. wenn man gleiche Zeitintervalle wählt. Wamser hat die aus den Fütterungsversuchen für Schweine, Schafe und Rinder erhaltenen Werte zur Herleitung der Gesetze für die Aufnahme von Trockensubstanz, Stärke und Eiweiß benützt. Die berechneten Werte stimmen mit den beobachteten bis auf wenige Prozent überein. Nur beim Eiweiß, wo es sich um kleine absolute Zahlen handelt, sind die Abweichungen größer (Abweichungen über 10 bis 40 Prozent bei Versuchsreihen, welche die ganze Entwicklung umfassen). Die praktische Bedeutung solcher Gesetze liegt darin, daß man mit ihnen den Futterbedarf für ein beliebiges Alter voraussagen kann, Grundlagen für Rentabilitätsberechnungen gewinnt usw.

Ich selbst gehe auf solche, vorläufig nur in erster Annäherung, richtige Gesetze hin des Näheren ein, obwohl ich mich dabei ganz und gar auf Riebesell verlassen muß, dem ich wörtlich folge, weil sie uns dereinst die Aussicht bieten, vollständig von einseitig morphologischen Voraussetzungen frei zu kommen und exakte Grundlagen der Person zu gewinnen.

Ein einschlägiges Hauptproblem ist, die Abhänigkeit des Körpergewichts y oder das Wachstum mit zunehmendem Alter t festzustellen (Zeit-Wachstumsgesetz), speziell für den Menschen. Riebesell legt dar, daß wegen der geringen Anpassungsfähigkeit des Wamserschen linearen Exponentialgesetzes besser ein quadratisches Exponentialgesetz die wirklichen Verhältnisse wiedergibt. Es wäre zu setzen:

$$y = a + b_1 \cdot e^{c_1 t} + b_2 \cdot e^{c_2 t^2} \ldots,$$

womit auch die praktischen Ergebnisse übereinstimmen. Wamser hatte (in anderer Form) für den reziproken Wert des Körpergewicht z in Abhängigkeit vom Alter t folgende Gleichung angesetzt:

$$\frac{dz}{dt} = -k\,(z - b).$$

Setzt man hier: $z = \frac{1}{y}$, so wird:

$$-\frac{dy}{y^2\,dt} = -k\left(\frac{1}{y} - b\right), \text{ oder}$$

$$\frac{dy}{y\,(1 - by)} = k \cdot dt.$$

Die Integration ergibt:

$$\log \frac{by}{1 - by} = -k \cdot t + c\,.$$

Nach y aufgelöst wird erhalten:

$$y = \frac{A \cdot e^{-kt}}{1 + B \cdot e^{-kt}}.$$

Dieser Ausdruck kann in eine nach Exponentialfunktionen fortschreitende Reihe entwickelt werden. Riebesell zieht es vor, die Gleichung

$$\frac{dz}{dt} = k(z - b)$$

zugrunde zu legen, wodurch wird

$$z = b + C \cdot e^{k \cdot t}$$ (vereinfachte Wamsersche Gleichung).

Die Bestimmung der Konstanten ergibt für das männliche Geschlecht: $b = 11.09$; $\lg C = 4.6064$; $k = 0.0003877$. Die hieraus berechneten Werte stimmen gut mit der Beobachtung überein. In weiterer Annäherung setzt Riebesell für die vorvorletzte Gleichung:

$$y = a \int_b^{t-c} e^{-t^2} dt$$

womit die Funktion auf das Gaußsche Integrat $\Phi(x)$ zurückgeführt ist. Die Wachstumskurve stimme tatsächlich mit dieser Funktion überein.

Das Ernährungsgesetz

$$x = b + (B - b)\, e^{-kt}$$

legt Riebesell auch für den Menschen zugrunde. Die Konstanten dieser Gleichung sind für Mädchen bzw. Knaben:

a) Stärke:

$B = 22.19$ $b = 7.96$ $k = 0.000269$

$B = 33.35$ $b = 7.38$ $k = 0.000427$,

b) Eiweiß:

$B = 4.34$ $b = 0.7$ $k = 0.000212$

$B = 5.41$ $b = 0.72$ $k = 0.000246$.

Es ist nunmehr leicht, den Bedarf an Kalorien und an Eiweiß in Abhängigkeit vom Alter zu bestimmen. Ist der Bedarf x für 1000 kg gegeben und durch das Körpergewicht $x = {}^{1}/_{2}$ bestimmt, so zeigt $B_t = xy$ das verlangte Bedarfsgesetz an. Wiederum wird es sich um eine Exponential- oder Φ-Funktion handeln. Für das männliche Geschlecht liefern die in erster Annäherung geltenden Gesetze folgendes Ergebnis:

Alter in Jahren	Gewicht kg	Bedarf pro kg Körpergewicht und Tag		Bedarf pro Kopf und Tag		Nährstoffverhältnis
		Kal.	Eiweiß (g)	Kal.	Eiweiß (g)	Stärkewerte : Eiweiß
1	10,2	123,83	5,04	1263,1	51,4	5,9 : 1
5	16,53	80,73	3,80	1334,5	62,8	5,1 : 1
10	28,23	53,55	2,64	1511,7	74,5	4,9 : 1
15	40,16	43,16	2,06	1733,3	82,7	5,0 : 1
20	58,82	35,7	1,5	2099,9	88,2	5,7 : 1
25	71,43	33,09	1,22	2363,6	87,1	6,5 : 1
30	79,81	31,9	1,04	2446,0	83,0	7,3 : 1
35	84,75	31,35	0,92	2657,9	78,0	8,2 : 1
45	88,83	30,98	0,80	2752,0	71,0	9,3 : 1
Maxim.	90,17	30,88	0,72	2784,5	64,9	9,9 : 1

Faktor der Sicherheit.

29. Meltzer hat neben der Ökonomie den Faktor der Sicherheit in der tierischen Struktur und im funktionellen Geschehen als allgemeines Organisationsprinzip eingeführt [1]. Er stellt die größte Sicherung der größten Sparsamkeit gegenüber.

Was zunächst die einfachen Gewebe betrifft, kann man sich z. B. halten an die Untersuchungen von Triepel [2] über die Elastizität der Muskeln, Sehnen, das elastischen Gewebes, der Knochen, Knorpel usw. Er fand, daß die maximale Streckung, welche im Tierkörper vorkommen kann, nicht weit unter dem überhaupt möglichen Zuge liegt. Die Resistenz von Knochen und Knorpel gegenüber einer zermalmenden Kraft ist indessen weit entfernt von dem, was sich im Leben zutragen kann. Muskeln und Sehnen haben praktisch keinen Sicherheitsfaktor gegenüber der maximalen Kraft, der sie unterworfen werden können. Reißen ist hier nicht ganz selten. Aber sie haben eine gewisse Sicherung durch die Verbindung mit dem Skelett. Triepel meint, daß der auf Knochen und Knorpel verwendete Überschuß von Material zeigt, wie die Natur nicht dem Gesetze folgt, ihre Ergebnisse mit den kleinsten Mitteln zu erreichen. Die Sicherung ist hier aber geschaffen nicht gegen innere, sondern gegen von außen kommende Zufälle.

Hinsichtlich der Organe können wir mit Meltzer hinweisen auf die Bilateralität z. B. der Nieren, von denen eine möglicherweise entfernt werden kann, der Lungen, bei denen sehr große Einbußen ertragen werden, und vor allem der Reproduktionsorgane. Auch die Doppelseitigkeit der Innervation, z. B. der Respiration durch die Nn. vagi wäre hier zu erwähnen. Die unsymmetrischen Organe wie der Darm, das Pankreas, die Leber, die Drüsen mit innerer Sekretion, sind scheinbar ebenfalls reichlich luxeriös angelegt. Ihre Organsation ist reicher als die größtvorkommende Leistung im Leben erfordert. Eine Sicherung im großen Stil ist endlich die biologische Integration. Auf der anderen Seite scheinen lebenswichtige nervöse Zentralapparate auffallend wenig gesichert, z. B. in der Medulla oblongata das Atmungszentrum, wenn man absieht von dem durch das Skelett gegen äußere Traumen gewährleisteten Schutz. Das animale System ist schlechter daran, als das reproduktive. Absolute Zweckmäßigkeit kommt auch hier nicht zum Vorschein. Auf einer gewissen Stufe des Lebens, gewissermaßen zwischen pflanzlicher und tierischer Organisation (Protisten) tritt eine Sicherung in der Weise auf, daß der betreffende Organismus einen Chlorophyllkörper behält und schon molekularen Sauerstoff atmet. Gewisse Tiere besitzen gleichzeitig Augen und diffuse Sensibilisierung ihrer lebendigen Substanz durch photische Reize, welch letztere (tropistisch) eintritt für erstere. Auch die Leber der höheren Wirbeltiere vermag Kohlehydrate herzustellen aus viel kleineren Molekülen. Wenn höheren Zentren des Gehirns, des Herzens verloren gehen, treten für gewöhnlich „schlafende" niedrigere Zentren ein u. a. m.

Aber es gehen auch anscheinend erhaltungsgemäße Sicherungen verloren. Der Herzblock zwischen Vorkammer und Kammer wäre viel seltener, wenn eine im primitiv-trialistischen Herzen angelegte Muskelbrücke zwischen Sinus und Kammer in der Wirbeltierreihe weitere Entwicklung gefunden hätte. Der Organismus schafft sich demgegenüber aber auch neue Sicherungen, z. B. eine Resistenz gegenüber der Tuberkulose eben durch Infektion mit Tuberkulose, welche indessen durch physio-

[1] S. J. Meltzer: Science N. S. Vo. XXV, Nr. 639, März 1907.

[2] H. Triepel: Das elastische Gewebe in der Wand der Arterien usw. Wiesbaden, Bergmann. 1896.

logische Vorkommnisse, z. B. durch die Gravidität wieder durchbrochen werden kann. Der Diabetiker schreit nach Brot, während eine Änderung seines Appetites z. B. in der Richtung auf Fette, wie sie z. B. beim gesunden Südländer sich einstellt, wenn er nach dem hohen Norden versetzt wird, ihm nützlich wäre usw. usw.

Ich selbst glaube, daß deshalb alle (fast alle) Organe des Körpers angelegt sind mit einem Überschuß von Gewebe und Energie, weil im organischen System alles ankommt auf die Sicherung der Arbeitsbereitschaft, auf ein dynamisches Gleichgewicht, möglichst weit entfernt vom arbeitsunfähigen definitiv stabilen (vgl. oben S. 252).

Ökonomie.

30. Ein Faktor der Sicherung des Organismus von höchster Tragweite wäre das ökonomische Funktionieren. Nach allem bisherigen kann es sich aber hierbei nur um möglichst große Leistungsfähigkeit bei möglichst kleinem Verbrauch handeln. In der oben besprochenen Tatsache, daß der Energieumsatz, auch bei Bewegung des Körpers, näherungsweise proportional $P^{2/3}$ ist, also dem Flächengesetz folgt, ist nach der ganzen tierischen Organisation ein Ausdruck optimaler Ökonomie.

Es fördert die Sicherheit und ist ökonomisch, daß die Person keine einfach summarische Erscheinung des Lebens der konstituierenden Elemente, sondern daß jeder Teil mit allen übrigen desselben Körpers solidarisch ist. Ebenso muß es beurteilt werden, wenn alle Einzelfunktionen einander regulieren, indem jede Funktion und jede Vitalreihe durch Einwirkung der Zustandsänderung in Einzelorganen und Organsystemen nach Art von Reizen auf entfernte und Nachbarteile Einfluß gewinnt, auf den Organismus und die anderen Funktionen des Körpers. Selbst unter pathologischen Bedingungen stellt der Organismus noch einen durch Stabilität ausgezeichneten, zusammengesetzten Apparat mit ineinandergreifenden, ökonomisierenden Selbstregulierungen dar. Die Stabilität hängt als resultierende Leistung der Erhaltungsfunktionen an keinem der Teile, sondern an der Zusammenhangsform der Apparate des Körpers, an der Person. Die innere Steuerung des Stoffwechsels, die Zentralisation der Ernährung durch die Herztätigkeit, die Rationierung der ek- und entropischen Entwicklungsvorgänge durch die endokrinen Organe weisen ihre ökonomische Tendenz offensichtlich auf. Starke Erregungen, wie z. B. der sexuelle Orgasmus oder ein Reflex in einem mit Strychnin vergifteten Organismus bedingen polymuskuläre und polyglanduläre, den ganzen Körper erschütternde Überschußreaktionen, durch welche der ganze Energievorrat diffus entladen wird. Demgegenüber steht in der Norm die genotypisch vorgezeichnete Kombination von Vitalreihen, durch welches die Energie in bestimmte Bahnen abgeleitet und unnütze Ausgaben vermieden werden. Die Pawlowsche Methode hat es ermöglicht, die Bildung der Assoziationen der Hirnrinde ebenso zu verfolgen, wie die Ausarbeitungen entsprechender Hemmvorrichtungen.

Wir werden im Folgenden immer wieder ein solches Mobilisieren der genotypisch angelegten Verbindung der Funktionen im Organismus durch die Lebenslage finden, daß einzelne Systeme zusammengeordneter Apparate und Tätigkeiten sich als Motoren gegen das Übrige verhalten, welche die Stelle der Last vertritt. Es lag nahe, die Ökonomie des Stoffverbrauches gerade an solchen Zuständen zu messen, in welchen an jene Motoren die größten funktionellen Anforderungen, bis zur Gefährdung ihrer Integrität, gestellt sind, jene also aus dem größtmöglichen Nutzeffekt des Körpers zu beurteilen. Die beginnende Schädigung der beteiligten Apparate markiert sich durch ein pathologisches Ansteigen des Eiweißzerfalls und ein (bei Muskelarbeit) aus

anderweitigen Gründen nicht erklärbares Wachsen der respiratorischen Quotienten $\frac{CO_2}{O}$. Bei funktionell und organisch kranken Menschen (Asthenische, Herzleidende, Anämische, Nervöse) fand ich nun[1]) neben herabgesetzter chemischer Aktivität, auch in der Tat einen verminderten Nutzeffekt, eine verschlechterte Ökonomie der Muskelarbeit. Ich habe mir seinerzeit vorgestellt, daß in solchen Versuchen die Arbeit sich aus zwei Komponenten von verschiedener Herkunft zusammensetzt. Die eine rührt von den zur geforderten Leistung zweckmäßig beitragenden Muskelgruppen her, die andere von einer Beteiligung solcher Muskeln, die unabhängig hiervon in Aktion treten behufs Erhaltung des Schwerpunktes, Fixierung des Rumpfes, Herstellung der zur Arbeit nötigen, vielfach wechselnden Stellungen. Die Schwierigkeit der O_2-Zuführung, wie sie durch Krankheit verusacht wird, züchtet den Organismus nicht nur nicht zu einer Sparmaschine um, sondern führt, dachte ich mir, zu einer verschwenderischen Mehrbeteiligung von Muskulaturen.

Heute glaube ich, daß der Muskelmotor einen wesentlich verschiedenen Ertrag liefert, einen besseren, wenn er mit geringerer Verkürzung arbeitet. Wir werden noch sehen, daß der Verkürzungsgrad unmittelbar von unserem Willen abhängt, somit steht auch der Nutzeffekt in unserer Macht. Es fragt sich, wie wir von diesem Vermögen profitieren, die Energieausgaben für dieselbe mechanische Leistung zu vermehren oder zu vermindern. Der Organismus schätzt den Einfluß sowohl der äußeren wie der inneren Bedingungen und zwar vermittels desselben Vorganges. Die Muskelfunktion ist beeinflußt durch das Funktionieren selbst, die Regulierung gründet sich auf das Vermeiden der Ermüdung. Der äußere Widerstand kann als eine Art von Reiz gelten, aus welchem wir einerseits die Kenntnis der zur betreffenden Leistung geeigneten Muskelgruppen entnehmen, andererseits die gerade nötige Intensität der Kontraktion, mit welcher keine Energie überflüssig verschwendet wird. Unter pathologischen Bedingungen geht dieses ökonomische Funktionieren, welches im Einklang steht mit Chauveaus physiologischen Feststellungen, verloren.

Im Psychismus spielt endlich eine besondere wichtige Rolle das Machsche Prinzip der Ökonomie des Denkens. So scheint die fundamentale Tatsache, daß unser Erklärungsmechanismus triebartig an die Stelle des Verwickelten immer ein für unser Erkennen Einfacheres treten läßt. Die Vereinfachung selbst erweist sich als Ergebnis einer Verknüpfung zwischen Gewohntem und Ungewohntem usw. Der Zusammenhang gibt unserem Denken Halt. Dieses Ökonomieprinzip ist der zusammenfassende Ausdruck der Gesetze unserer vorwissenschaftlichen und wissenschaftlichen Begriffsbildungen, durch welche wir eine „Erklärung" der einzelnen Erscheinungen gewinnen und auf die wir Erwartungen für die Zukunft gründen[2]). Am meisten ist die Denkökonomie in der Mathematik und der Physik ausgebildet.

---

[1]) F. Kraus: Bibliotheca medica D. I, H. 3. Cassel, Fischer, 1897.

[2]) Vgl. E. Mach: Prinzipien der Wärmelehre. 2. Aufl. 1900. Mechanik. 5. Aufl. 1904. The Monist, 1892.

R. Avenarius: Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes. Berlin 1903. Der menschliche Weltbegriff. Leipzig 1905. Kritik der reinen Erfahrung. Leipzig 1880 bis 90. Zeitschr. für positivistische Philosophie, I. Bd., H. 4. 1913.

J. Steiner: Die geometrischen Konstruktionen. Ostwalds Klassiker 82, 83.

H. Cornelius: Einleitung in die Philosophie. Leipzig 1903.

W. K. Clifford: Ziele und Werkzeuge des wissenschaftlichen Denkens. Deutsch. München 1896.

Verjüngung. 31. Außer Artplasma und Fibrillenmaschine finden wir[1]) im Rohgewicht des Organismus noch gewisse Reservestoffe und Sekrete, welche nur indirekt für Entwicklungsarbeit und Energieumsatz in Betracht kommen. Dieser „Ballast" nimmt mit dem Alter zu (Ersatz von Knorpel durch Knochen, Verdrängung der Chorda dorsalis, Harzbildung bei Pflanzen).

Weiterhin verfällt die lebendige Substanz mit der Zeit fortschreitender Abnutzung. Korschelt[2]) hebt hervor, daß der Umfang des ganzen Körpers, die Abmessungen seiner Organe und deren Verhältnisse zueinander der Zellvermehrung im Soma eine Grenze setzen. Schon bei den kolonienbildenden Protozoen ist die zu erreichende Zellenzahl durch die Größe (den Umfang) der Kolonie bestimmt. Den Zellen des Metazoenkörpers ist unbedingt eine nur beschränkte Teilungsfähigkeit eigen. Die Fähigkeit zur Vermehrung geht durch weitgehende Differenzierung verloren. Eine große Zahl von Zellen geht im vitalen Prozeß fortwährend zugrunde. Dieser Rückbildungsvorgang ist ein der ganzen Individualitätsphase eigentümliches Organisationsprinzip der höheren Wirbeltiere (Häutung, Mauser der Vögel, kurze Lebensdauer der Erythrozyten). Abnutzung und Ersatz brauchen nicht grob sinnenfällig zu sein. Bei gewissen niedrigen Tieren ist die Zellenzahl für einzelne Organe resp. für den Gesamtkörper von Anfang an eine konstante, nach Korschelt z. B. bei Rädertieren. Bei derart normierter Zellenzahl kann die Zunahme der Körpergröße dann bloß von einem Wachsen der Zellen abhängen. Auch bei den Wirbeltieren hört die Vermehrungsfähigkeit der Zellen, z. B. des Zentralnervensystems, sehr bald auf. Beim Menschen wahrscheinlich schon in der Embryonalzeit, später handelt es sich auch bloß um Wachstum. Die menschlichen Ganglienzellen leben vermutlich 80—100 Jahre. Auch im Muskelgewebe, speziell im Herzen des Menschen, bleiben stark differenzierte Zellen sehr lange erhalten. Gewöhnlich wird angenommen[3]), daß gerade in den Ganglienzellen eine Ablagerung von Stoffwechselprodukten vor sich geht, welche schließlich die Leistung aufheben (Anhäufung feiner Pigmentkörner[4]), die übrigens bereits in der Jugend zu finden sind, und sonstige Veränderungen der Kern- und Zellstrukturen[5])). Pigment tritt übrigens auch in der Herzmuskulatur, in Leber, Nieren, Gonaden auf. Makrophagen scheinen hier keine Rolle zu spielen.

Der Alterstod beim Menschen soll ein Hirntod sein[6]). Die R. Hertwigsche Kernplasmarelation ändert sich im Alter zu ungunsten des Kerns. Auf die Altersveränderungen der Organe (Volumabnahme) braucht wohl nicht speziell eingegangen zu werden, ebensowenig auf die verminderte Leistungsfähigkeit. Besonders wichtig für die menschliche Pathologie ist, daß das Regenerationsvermögen mit zunehmendem Alter zurückgeht.

---

[1]) Vgl. H. Friedenthal: Med. Klinik 1909, Nr. 19.
Verworns Zeitschr. f. allg. Physiologie, 23. Bd., Nr. 14.

[2]) Korschelt: l. c.

[3]) Korschelt: l. c.

[4]) M. Mühlmann: Anatom. Anz., 19. Bd., 1901. Virchows Arch., 191. Bd., 1908; ibid., 212. Bd., 1913. Ursache des Alterns. Wiesbaden 1900. Biol. Zentralblatt, 21. Bd., 1901. Samml. anatom. Vorträge. Jena 1910.
H. Erhard: Arch. f. Zellforschung, 8. Bd., 1912.

[5]) v. Hansemann: Sitzber. naturfor. Fr. Berlin 1914, Nr. 5.

[6]) H. Ribbert: Tod und Altersschwäche. Bonn 1908.

Nicht unerwähnt darf aber bleiben, daß die Schädigungen des körperlichen Betriebs durch das Altern zu Zellvermehrung führen kann, auch ohne (periodische) Verjüngung.

Ch. Sedgwick-Minot[1]) weist darauf hin, daß das Embryonalwachstum, je jünger der sich entwickelnde Organismus ist, desto schneller vor sich geht, daß es aber bald eine ungeheure Abnahme erfährt. Nach der Geburt erfolgt letztere viel allmählicher Auch die Zelldifferenzierung vollzieht sich bei jungen Embryonen außerordentlich schnell, bei älteren langsamer. Nach der Geburt, wo sie schon sehr weit vorgeschritten ist, schreitet sie nur mehr wenig fort. Der letzte Krieg lehrt, daß der fötale Organismus in der Symbiose mit der Mutter ebenfalls siegreich bleibt. Die Neugeborenen kommen — auf Kosten der letzteren — mit Normalgewicht zur Welt.

Ch. Sedgwick-Minot glaubt nun, daß ein Kausalverhältnis bestehe zwischen dem Differenzierungsgrad und der Seneszenz, da undifferenzierte Zellen sich schnell teilen und damit verjüngen können, die vollständig differenzierten sich gar nicht mehr teilen. Ja, die Ursache der Seneszenz sei die Differenzierung. Während der Eifurchung nimmt nicht nur die totale Menge der Kernsubstanz, sondern — infolge der Assimilation des Nahrungsdotters — auch diejenige des Plasmas zu. Die Zunahme der Kerne sei aber relativ größer. In der ersten kurzen Entwicklungsperiode, welche durch überwiegende Kernzunahme charakterisiert ist, soll man demnach eine solche der Verjüngung sehen. Die viel längere folgende entspricht dem Altwerden. Ch. Sedgwick-Minot läßt jedenfalls den Grad der möglichen Fähigkeit zu wachsen und sich zu teilen durch die Organisation der Eizelle bestimmt sein.

Ich glaube nicht, daß diese Argumentationen ausreichen. Vielmehr nehme ich auch hier eine in der Person gelegene und damit variable Unvollkommenheit des Stoffwechsels als das Maßgebende an. Der Altersprozeß ist ein individueller. Nochmals, auch in diesem Zusammenhange, verweise ich auf Versuche von Zlataroff[2]). Werden Samen der Kichererbse, die sonst rasch wachsen, in der Lösung des Extraktes eines etwa einen Monat alten Keimlings derselben Pflanze keimen gelassen, zeigt sich, gegenüber den in gewöhnlicher Weise gehaltenen Keimlingen eine wesentliche Hemmung des Wachstums, ja selbst eine dauernde Schädigung der wieder unter andere Bedingungen gebrachten Pflanze. Woodruffs[3]) Versuche, in denen durch Isolierung des Protozoenindividuums die Vermehrung durch Teilung unbegrenzt fortgesetzt werden konnte, ohne daß Depressionserscheinungen auftraten, beweisen dasselbe (vgl. oben S. 38).

Rück-, Um- und Neubildungsvorgänge können demgegenüber zu Verjüngung des Organismus führen[4]). Die Depressionszustände gewisser Protozoen und die sich anschließende Erneuerung des Kernapparates ist im Zusammenhang mit der Kernplasmareaktion im allgemeinen bereits erwähnt worden (vgl. oben S. 149). Korschelt meint, daß unter bestimmten Verhältnissen neu einsetzende Kernteilungen auch im metazoischen Organismus ähnliche Erscheinungen zur Folge haben. Höchst bemerkenswert sind ferner Regenerationen von Körperteilen ohne äußere Nahrungs-

[1]) Charles Sedgwick-Minot: Moderne Probleme der Biologie, l. c.

[2]) A. Zlataroff: Über das Altern der Pflanzen. Zeitschr. allg. Physiol. 17. Bd. 1917.

[3]) Woodruff: l. c.

[4]) Vgl. Korschelt: l. c.

zufuhr, z. B. bei Planarien. Vorhandenes Zellenmaterial muß da flüssig gemacht und umgearbeitet sein zu „embryonal“ erscheinenden Teilen, also unzweifelhaft verjüngt. Die höheren Wirbeltiere haben aber viel an Regenerationskraft eingebüßt. Von größter Bedeutung ist es, daß, wenn Regenerationen auf Grund von Rückbildung, Entdifferenzierung, Um- und Neubildung nur in geringem Umfang sich abspielen, öfter der ganze Organismus davon betroffen ist. Driesch[1]) hat gezeigt, daß jüngere Seescheiden bei Verletzung ein Verfahren zur Wiederherstellung einschlagen, welches darin besteht, daß die ganze Organisation aufgelöst wird, Reduktionsvorgänge in Organen und Geweben eintreten, die alle formalen Unterschiede verschwinden machen. Die ganzen Tiere verwandeln sich in unorganisierte, weißliche Klumpen, aus denen sich die Organe wieder aufbauen. Verjüngung ist dabei gleichbedeutend mit Entdifferenzierung. Regeneration eines Körperteils entspricht einer Reorganisation des ganzen Individuums (erhöhte Lebensenergie, größere Leistungsfähigkeit, Lebensverlängerung). Hungerwirkungen führen gleichfalls zu Reduktionen, welche die Lebensfähigkeit keineswegs aufheben, sondern geradezu zur Verjüngung Anlaß geben. Selbst dem höheren Tiere entnommene Gewebsstücke sind noch zur Explantation befähigt. Ganz wesentlich ist, daß die durch Regeneration kleiner Teilstücke gewonnenen Individuen (Planarien) lebenskräftiger und widerstandsfähiger als die älteren Artexemplare sind, von denen sie herstammen. Eine Auffrischung bringt auch die ungeschlechtliche Fortpflanzung mit sich; das gilt noch für die niederen Metazoen. Die Bedeutung des Befruchtungsvorganges im allgemeinen ist schon früher auseinandergesetzt worden (vgl. oben S. 181).

Regulation.

32. Der stark finalistisch gefärbte Begriff der Regulation spielt eine große Rolle in der Biologie überhaupt und in der Pathologie im besonderen. Man geht davon aus oder kommt darauf hinaus, daß die Organismen nur in einer Weise reagieren, welche ihre Existenz und ihr Wohlergehen fördert. Der Organismus sorgt für seine Bedürfnisse, die Person arbeitet stets auf einen Zweck hin. Es wird ein Gegensatz angenommen zwischen der anorganischen Welt und der Tätigkeit der Lebewesen, für welch letztere autonome Gesetze postuliert werden u. dgl. m.[2]).

Rein deskriptiv kann natürlich ein vitales Geschehen ohne weiteres als regulatorisch bezeichnet werden. Die größte Bedeutung hat man den morphogenetischen Regulationen beigemessen. Die Regulationen einer Störung der Organisation wurden Restitutionen genannt, im Gegensatz zu den Regulationen funktioneller Abweichungen, für welche der Ausdruck Anpassung vorbehalten blieb[3]). Daß der Begriff der funktionellen Adaptation nicht teleologisch gefaßt zu werden braucht, ist bereits auseinandergesetzt worden (vgl. oben S. 252). Wir haben gehört, daß die Bedingungen, unter denen die organischen Systeme stehen, letztere, entgegen den äußeren physikalisch-chemischen Einflüssen, beständig verschoben oberhalb der definitiven, nicht mehr arbeitsfähigen Gleichgewichtslage erhalten. Durch nicht übermächtige Ein-

[1]) Driesch: l. c.

[2]) Vgl. W. Stern: Person und Sache, II. Bd. Menschliche Persönlichkeit. Leipzig, Barth, 1918.

[3]) Vgl. H. Driesch: Organische Regulationen. Philosophie des Organischen. Leipzig, Engelmann 1909.

A. v. Tschermak: Anpassungsproblem in der Physiologie der Gegenwart. Arch. des sc. biol. de St. Petersbourg, 1904.

wirkungen wird an diesem dynamischen Gleichgewicht des Form-, ebenso wie des Stoff- und Kraftwechsels nicht allzuviel geändert. Der Ablauf der Reaktionen in den Vitalreihen, der immer an eine Beschleunigung, resp. Steigerung des Stoffwechsels geknüpft ist, erfolgt in einer Weise, „als ob" die organischen Systeme sich selbst vor Erschöpfung schützen. In Wirklichkeit sind die einschlägigen Vorgänge — wenigstens teilweise — der kausalen (funktionalen) Betrachtung zugängig. Auch gerät unter diesen Umständen das organische System stets auf Stufen veränderter Wertigkeit hinsichtlich der Arbeitsbereitschaft. In solchen Überführungen aus einem Gleichgewichtszustande in einen anderen, allenfalls gesteigerten, haben wir, in Anlehnung an Spencer und Petzoldt, das Wesentliche der Entwicklung, der Variation, der Anpassung gesehen. Wir haben dabei also morphogenetische und Funktionszustände von demselben Standpunkte aus betrachtet. Ich lege, als Ergebnis dieser Arbeit, Wert darauf, daß die Organisation auch nichts anderes bedeutet, als den Effekt einer Summe funktioneller Reaktionen. Störungen der Organisation bedürfen also auch keiner besonderen Bezeichnungen und erfordern keine Gesetze, welche im Gegensatz stehen zu denjenigen für Störungen des normalen Funktionszustandes. Soweit ferner überhaupt von (näherungsweiser) Wiederherstellung der Organisation, wie des funktionellen Zustandes gesprochen werden kann, hat alles den gleichen Grund in den Bedingungen des organischen Systems (vgl. oben S. 49).

Einfach beschreibend können wir sagen: Die Organisation wird während der Ontogenese durch Entfernung von Teilen gestört. Der Funktionszustand kann einerseits durch Entnahme von Teilen des entwickelten Körpers, andererseits durch Wechsel der Bedingungen des äußeren und inneren Mediums Störungen erfahren. Jede Entfernung von Teilen verändert somit auch gleichzeitig den Funktionszustand. Man kann praktisch gestaltliche und sonstige funktionelle Anpassungen unterscheiden. Man hat deskriptiv zu trennen zwischen Anpassung und Angepaßtsein. Sehr treffend finde ich Drieschs Bezeichnung: Eigen- und harmonische Funktionen. Das Funktionieren eines Organs bezeichnet die Leistung des organspezifischen Stoffwechsels. Die Gesamtheit aller Stoffwechselleistungen der Körperteile haben wir bereits früher, konform den Anschauungen von Jennings, Driesch und Anderen, den allgemeinen physiologischen oder Funktionszustand genannt. Störungen dieses integralen Zustandes können nun durch Änderung der Funktion eines spezifischen Teiles ausgeglichen werden. Wenn die Funktionsänderung dieses Teiles für das Ganze eine Wiederherstellung der Norm bedeuten kann, erklärt sich dies daraus, daß alles Funktionieren sich nicht auf die Leistung eines bestimmten Organs als solchen beschränkt, sondern stets auch auf den Effekt dieser Leistung für andere Teile und für das Ganze gerichtet ist. Diese Andeutungen genügen wohl zur Rechtfertigung der erwähnten Drieschschen Termini: Eigen- und harmonische Funktion. Im gleichen Sinne kann man auch sprechen von der Kompositions- und Funktionalharmonie des Individuums[1]).

Das aller Regulation zugrundeliegende Organisationsprinzip wurde lange Zeit hinter ein Scheinproblem versteckt. Man sah das Regulatorische vor allem darin, daß der Organismus und seine Teile, je nach den gegebenen Bedingungen, „positiv" oder „negativ" reagieren kann und reagiert, daß er also „auswählt"

[1]) H. Driesch: l. c.

zwischen zwei nur von ihm abhängigen Antworten. In Wirklichkeit ist die negative Reaktion auf allen Stufen des Lebens vielfach eine tropistische. Ihr klassisches Paradigma ist die Protozoenreaktion der Unterschiedsempfindlichkeit (Umkehr der Bewegung, Ansammlung der Artexemplare in einer Art von „Falle" u. dgl.): da liegt also Reizübermacht, eventuell bis zur Vernichtung der lebendigen Substanz, nicht Reizverwertung vor. Auch wo letztere in Betracht kommt, gibt es nur einen Reizeffekt: Erregung, resp. Änderung von Erregung bis zur Lähmung, d. h. Variationen der Intensität des Stoffwechsels. Ursprünglich reagiert das organische System auf Veränderungen, wie sonstige mechanische und physikalische Systeme. Der Erfolg wirkt der Veränderung entgegen, die inneren Kräfte der lebendigen Substanz halten, solange sie als organisches System existiert, in jedem Augenblick den Kräften des inneren und äußeren Mediums ein Gleichgewicht. Die Variabilität der Reaktion ist nicht durch das — etwa selektiv verfahrende — Interesse der Lebewesen diktiert, sondern durch deren Organisation eindeutig bestimmt, Zwecke setzt sich erst das Geistesleben. Wenn praktisch durch eine Reaktionsweise notwendige Lebensreize und Bedingungen erlangt und festgehalten werden (Sauerstoff, Nahrungsstoffe, Wachstumsbausteine, Vereinigung der Geschlechtszellen usw.), ist dies kontingent. Der Organismus kann aber natürlich kein Monstrum in dem größeren System, welchem er eingegliedert ist, sein. Sind Wachstumsbausteine nicht in chemischer Nähe, findet eben Wachstum nicht statt. Die Reaktion ist auch nicht absolut ek- oder entropistisch, es wurde schon gesagt, daß es sich stets um Verwertung der sinkenden (Sonnen-)energie handelt (vgl. oben S. 253). Wenn die Entwicklungsarbeit (selbstverständlich im Einklang mit dem zweiten Hauptsatz) der organischen Integration dient, die Dynamogenese jedoch Energie verausgabt, so ist zu berücksichtigen, daß es außer den Organismen auch anorganische Aggregate, z. B. die Weltkörper, gibt, welche durch Integration im weitesten Wortsinne entstehen und wachsen.

Regulative Erscheinungen finden wir besonders in den Stoffwechselprozessen, den Körperbewegungen, den Entwicklungs- und Wachstumsvorgängen. Erstere sind am besten geeignet, uns die eindeutige Bestimmtheit der einschlägigen Reaktion in Qualität und Quantität klar zu machen. Man wird daraus ersehen, daß von einer Auswahl regulativer Bedingungen nicht die Rede sein kann. Alles hängt von festen chemischen, physikalischen und organischen Gesetzen ab. In einem chemischen Gebilde finden alle Prozesse wirklich statt, welche möglich sind, wenn auch eventuell sehr langsam. Im organischen System ist artgemäß durch eine Anzahl von fermentartigen Gruppen des Idioplasmas und durch freie Enzyme eine Reihe von Prozessen katalytisch beschleunigt und der Zeit, sowie anderen Umständen nach gefördert, resp. gehemmt. Die durch die genotypische Konstitution veranlagten Fermente kommen auch in inaktiver Form vor, sie sind quantitativ vermehrungsfähig. Idioplasma und Enzyme gewähren jeder Art eine begrenzte Möglichkeit qualitativer chemischer Reaktionen, welche, nach den Erregungsgesetzen in der lebendigen Substanz, quantitativ verschiedene Stufen haben müssen. Ihr scharf von anderen Spezies differenter Umfang und Inhalt macht das chemische Leben der Art aus. Das Pankreas z. B. erlangt, wie Pawlow[1]) gezeigt hat, bei gleichförmiger Ernährung eine konstante Reaktion in der Absonderung der Art und Zahl seiner Fer-

[1]) J. P. Pawlow: Arbeit der Verdauungsdrüsen, l. c.

mente. Bei einem Hunde, der einen Monat lang bloß mit Kohlehydraten gefüttert war, verwandelt sich der Pankreassaft allmählich wieder in denjenigen zurück, welcher zur Fleischverdauung paßt. Beim Immunisieren werden aus dem Idioplasma langsam fermentähnliche Verbindungen frei gemacht, welche formal analog den Verdauungsenzymen wirken (vgl. oben S. 293). Es kann sich im letzteren Falle um Fermente handeln, welche der Körper in der Norm nicht verwendet, nur in verschwindender Menge bildet usw., und jetzt quantitativ ausreichend herstellt und mobilisiert im richtigen Verhältnis gegenüber den Antigenen. Die Hauptsache bleibt doch, daß von vornherein alle Möglichkeiten der chemischen Reaktion artgemäß begrenzt sind, daß es nur eine bestimmte Zahl von Aktionssystemen (Vitalreihen) gibt. Was der Körper aus sich noch allen seinen Reaktionen variabel hinzufügt, ist einerseits die Überkompensation der Verluste und andererseits die mehr oder weniger prompte Auf- und Ablösung der physiologischen Zustände im Sinne von Jennings[1]. Die Reaktionen und die Reize passen wie „Schloß und Schlüssel". Damit ist natürlich durchaus nicht ausgeschlossen, daß — ein Sicherheitsfaktor — der Organismus in bestimmten Fällen zwei Schlüssel hat, aber auch da gibt es keine Auslese je nach Bedürfnis: man kann, sobald der Mechanismus erkannt ist, immer voraussagen, welcher Schlüssel verwendet wird.

Dunkles finden wir noch genug im Gebiet der morphogenetischen Regulationen. Wenn die Regulation des Froscheies hinsichtlich der Lieferung einer Ganzbildung aus einer der beiden ersten Furchungszellen, wie Driesch nachgewiesen hat, eine fakultative ist, so liegen, nach demselben Forscher, bloß Differenzen in der physikalischen Konsistenz ihres Plasmas gegenüber demjenigen von Echinus vor. Driesch hat den Begriff der Harmonie der Konstellation aufgestellt. Rein deskriptiv besagt dieser, daß trotz der relativen Unabhängigkeit der zu ihm führenden Prozesse („Selbstdifferenzierung", vgl. oben S. 110) ein ganzer Organismus von artgemäßer individueller Form den Abschluß der Ontogenese bildet. Wir weichen von Driesch nur grundsätzlich ab darin, daß wir das Ganze an den Anfang der Entwicklung und in die genotypische Konstitution verlegen. Schon in kombinierten Fermentreaktionen (Emulsin) haben wir in geordneter Reihe nacheinander Teilenzyme zur Wirksamkeit kommen gesehen, welche sich gegenseitig regulierende, typisch in einem bestimmten Ergebnis abschließende Reaktionen katalysieren. Driesch spricht ferner von restitutiven „sekundären" Potenzen, deren Verteilung im Organismus sehr verschiedener Art und ganz unabhängig von derjenigen der Potenzen für die primären Prozesse (z. B. auch für die Bildung eines ganzen Organismus aus Bruchstücken der Blastula) in der Ontogenesis sein kann. In diesem Sinne sekundäre Restitutionen seien Berichtigungen durch Prozesse, welche dem Bereich des Normalen fremd sind. Driesch führt sie auf die Aktivierung von Potenzen zurück, welche in der eigentlichen Ontogenie latent bleiben. Ein Beispiel ist die „Umdifferenzierung", bei welcher der Wiederherstellungsprozeß nicht von einem bestimmten Teil der zerstörten Organisation, sondern von allen ihren Elementen zusammen ausgeführt wird. Dem Ausgang des restitutiven Prozesses vom Ort der Wunde her entspricht die gewöhnliche Regeneration. Charakteristisch ist die Superregeneration, welche sich deckt mit analogen Prozessen der chemischen Regulation. Sowohl für Tiere wie für Pflanzen ist gezeigt worden, daß Teile, welche gar nicht wirklich entfernt worden sind, Form-

[1] H. S. Jennings: l. c.

bildungsprozesse aufweisen (Gliedmaßen und Schwanz der Amphibien, des Kopfes der Planarien, der Wurzelspitze der Pflanzen), wenn bloß eine Störung der Verbindung dieser Teile mit dem Rest des Körpers gesetzt worden ist. Der Faktor, welcher mit der Kommunikation der Teile untereinander zusammenhängt, muß, wie Driesch wohl mit Recht betont, an der Restitution beteiligt sein. Im übrigen ist das Nötige über Formregulierung an anderer Stelle bereits gesagt worden (vgl. S. 151). Hier sollten nur allen einschlägigen Vorgängen nochmals die überflüssigen finalistischen Zutaten weggenommen werden.

D. Teilsysteme des Organismus, welche speziell der Einheitlichkeit, dem Ineinandergreifen der Körperteile im Phänotypus dienen.

Zentralnervensystem.

1. Wir müssen uns immer daran erinnern, daß die heutige Krankheitslehre, über die seitherige, Pforten und Herde des pathologischen Prozesses lokalisierende Methode hinaus, in jedem Einzelfall ebensosehr das pathogene Agens und, in unserem Sinne aus syzygiologischen Gesichtspunkten, die Abweichungen der genotypischen Konstitution, sowie den veränderten Zusammenhang der Teile des realisierten Phänotypus zu berücksichtigen hat.

Bei der normalen Koordination der Funktionen im Gesamtorganismus, die nicht nur eine „zweckmäßige", sondern gegebenenfalls auch eine der Erhaltung nicht förderliche sein kann (man denke z. B. an die pathologischen „Zirkel"), spielt, besonders für die schnellen, kurzdauernden Anpassungen, das Zentralnervensystem die hervorragendste Rolle. Dieses ist allerdings nicht der einzige integrative Faktor des Körpers. Aber auch wo die Mittel der Korrelation chemische sind, haben die Hormone vielfach Beziehungen zur Erregung von Nerven, wie z. B. diejenige des sympathischen Systems in Bewegung oder in Entladung des Adrenalins an den Nervenenden bestehen könnte. Da die Seele von unserem Standpunkte aus nur in Organisationen zu suchen ist, welche in Verbindung mit veranlassenden Faktoren (Reizen usw.) zur zureichenden Bedingung von „inneren" Zuständen (Zustandsänderungen) werden, die wir Bewußtseinserscheinungen nennen[1]), und da diese mit der lebendigen Substanz sich entwickelnden, resp. daran gebundenen Dispositionen auf besonders hochkomplizierte Apparate, wie das Zentralnervensystem einer ist, beschränkt bleiben, da endlich das Wesen des geistigen und körperlichen Lebens (als Anpassung intrasystematischer an äußere Relationen im Sinne Spencers) das gleiche ist, tritt gerade auch im psychischen Verhalten das Nervensystem als Repräsentant des ganzen Organismus auf, dessen Gesamtleben es dann scheinbar — verdichtet — enthält. Die Teilfunktionen der Organe, alle spezifischen Energien des Körpers sind darin zur Einheit verbunden, in wechselseitige Beziehung gesetzt und geregelt, zur Erhaltung, gelegentlich aber auch zum Verderb!

Das Nervensystem wurde allerdings auch oft als Beleg gerade dafür hingestellt, daß die Integration zum Ganzen im fertigen Organismus nicht von Anfang an gegeben ist. In der Tat ist das Nervensystem und seine Erfolgsorgane während der Ontogenese ein Musterbeispiel für Selbstdifferenzierung. Die Muskeln wachsen ganz für sich, ohne Nerven, in allen Einzelheiten, im ausgebildeten Organismus jedoch

[1]) Vgl. Dürr: Anhang zu Busse: Geist und Körper 1913.

gehen sie bei Leitungsunterbrechung in den zuführenden motorischen Ästen zugrunde. Letztere Beziehung erscheint wenigstens der Zeit nach als sekundäre. In Wirklichkeit aber ist die in der genotypischen Konstitution begründete originäre Fähigkeit zum Ganzen auch hierbei am Werke, das „Zusammenspiel des Orchesters" ist hier schon zu finden. Dies beweist die moderne experimentelle Embryologie. Harrison und Braus[1]) haben direkt gezeigt, daß die Ganglienzelle der (einzige) Erzeuger des Neuriten, also des Nerven ist. Der wachsende Neurit ist amöboid beweglich. Findet er aber auch, allein durch die Tätigkeit des Neuroblasten, seinen Weg zum Erfolgsorgan? Diesen Weg kann die Methode der embryonalen Transplantation noch weiter komplizieren. Braus hat bei Amphibienembryonen Gliedmaßenknospen kurz nach ihrem ersten Sichtbarwerden, bevor sie nervöse Elemente enthielten, auf andere Stellen junger Larven verpflanzt. Auf dem Rumpf, dem Kopf usw. wachsen sie an, bilden sich weiter fort, z. B. zu einem Arm mit allen Abschnitten. Von einem fremden Nerv aus werden nun nach dieser Extremität, und zwar typisch, was alle Verzweigungen, Geflechtbildung usw. betrifft, motorische und sensible Nerven vorgeschoben. Da ist es doch wohl ausgeschlossen, daß der Neuroblast aus sich heraus imstande ist, den ganzen Weg allein zu finden. Braus denkt in dieser Hinsicht an Leitfäden, und zwar an die sog. Plasmodesmen. Damit wäre bereits zugestanden, daß, um in concreto eine Nervenbahn von der Ganglienzelle zum Erfolgsorgan herzustellen, außer jener noch ein zweiter Faktor nötig ist. In der Botanik, aus welcher die Plasmodesmen hergenommen sind, gelten sie als Fäden, welche von den Protoplasten benachbarter Zellen her schon früh in die Membran hineinwachsen und in dieser mit ihnen gleichen aufeinandertreffen, sie verbinden benachbarte Zellen. Ich selbst vermag aber nicht zu glauben, daß, zumal bei den erwähnten Pfropfungen, diese leitenden Fäden, welche allerdings tatsächlich um den Neuriten immer vorhanden sind, zur Erklärung dessen, was hier alles in Betracht kommt, völlig ausreicht. Ich bin vielmehr der Meinung, daß die Hypothese Ramón y Cajals, nach welcher spezifische Locksubstanzen den Neuriten zu den Endorganen zum richtigen Ziel führen, unentbehrlich ist, und verweise in diesem Zusammenhange auf früher erwähnte Versuche von Roux betreffend den Zytotropismus der ein Individuum formierenden Zellen der Froschmorula (vgl. S. 37). Es gibt verschiedene experimentelle Eingriffe, nach welchen die Neuriten nicht den Weg typischer Nervenbahnen gehen, ich erwähne als Beispiel die „siamesischen Zwillinge" von Harrison. Nehmen wir selbst an, Harrison habe in dem einen Zwilling durch Entfernung der frühesten Anlage des Rückenmarks das Auswachsen von Nerven und Plasmodesmen verhindert, so würden doch vom zweiten Zwilling, der „Amme", auf welche der erstere aufgepfropft war, wiederum beide nach dem ersten hin gebildet werden. Die tatsächlich gefundenen Irregularitäten erklären sich am ungezwungendsten durch erschwerte Chemotaxis. Wie dem aber auch sei, in den Einzelheiten: der Zusammenhang des Organismus wird auch hier schon im Stadium beginnender Organdifferenzierung manifest.

Was gibt uns nun, für einschlägige pathologische Überlegungen, zunächst die allgemeine Physiologie des Zentralnervensystems an die Hand? Wir können hier

[1]) Harrison: The anatomical Record II, 1908.
H. Braus: Samml. wissenschaftl. Vorträge von Witting, 3. H. Leipzig 1912.

nur mit einer beschränkten Zahl von (der Experimentaluntersuchung zugängigen) Organisationselementen, welche den gesetzmäßigen Ablauf der Erregungen sichern, operieren: Erregungsleitung, zentraler Umsatz, Hemmung, Bahnung, Wechselwirkung der Erregung, anatomische Beziehungen zwischen den einzelnen Neuronen, die Funktion der motorischen Neurone als gemeinsame Strecke, die synergistischen und antagonistischen Beziehungen der Reflexbögen (Doppelinnervation antagonistischer Zentren und Muskeln), die Wiedererregung in der Peripherie durch die tätigen Organe selbst (tonische Reflexe, Reflexketten, rhythmische Reflexe), Sensamobilität[1]).

Hinsichtlich der weißen Substanz des Zentralnervensystems können wir uns, wie bei den peripheren Nerven, im allgemeinen nur halten an die Begriffe der Erregungsleitung der Leitungsgeschwindigkeit, der Reizbarkeit durch künstliche Reizung, sowie an die Bedingungen der Abhängigkeit von der grauen Substanz (Erregbarkeitsverlust nach Abtrennung von der letzteren, Zerfall des Achsenzylinders und der Markscheide, wobei aber die Leitungsbahnen auch für sich empfindlich sind gegenüber Vergiftung und Infektion, der Überanstrengung (?)). In der grauen Substanz, welche das spezifische Funktionierende des Zentralnervensystems ist, sind die Fibrillen leitend, aber es leiten nicht bloß die Fibrillen. Auf die Neuronenlehre, die Frage der Kontinuität und die Sherringtonschen Synapsen kann hier nicht näher eingegangen werden: wesentlich ist für unsere Betrachtung die Leitungsverzögerung in der grauen Substanz, welche uns hinüberführt zur Auslösung der „zentralen" Vorgänge. Unter Zentren verstehen wir fast nur mehr Örtlichkeiten im Nervensystem, welche durch die Art ihrer Verknüpfung mit anderen Hirngebieten dem entstehenden Funktionsausfalle ein charakteristisches Gepräge geben. Die Annahme, daß hier die Zelleinheit (das Neuron) als physiologische Einheit funktioniere, ist experimentell nicht absolut erhärtet. Ich lege Wert darauf, die Versuche Bethes anzuführen, welche beweisen, daß bei Wirbellosen, z. B. Carcinus Maenas, zentrale Vorgänge, wie Reflexe, auch ohne Ganglienzellen zustandekommen können. Die Nißlmethode beweist allerdings die Beteiligung auch der Zellkörper (letzterer ein „Reagens" für die Spezifizität (?) der Reaktion der grauen Substanz, z. B. bei Applikation von Giften). Diese Veränderungen des Nißlbildes beweisen auch den Einfluß der Funktion überhaupt auf die Struktur. Ausschlaggebend ist ferner die große Empfindlichkeit der grauen Substanz gegen die Unterbindung der Blutzufuhr. Es ist schon gesagt worden, daß im Zentralnervensystem (Gehirn) der Organismus sich einen „Doppelgänger", eine Organisation geschaffen hat, welche alle spezifischen Energien vereinigt, deren der Gesamtkörper fähig ist. Die allgemeine Funktion der grauen Substanz greift deshalb überall ein, wo die Einheitlichkeit, die Integration der persönlich realisierten Teile zu sichern ist („integrative Aktion" Sherringtons).

---

[1]) S. Exner: Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen. Leipzig und Wien 1894.

Ch. S. Sherrington: The integrative action of the nervous system, London 1906.

M. Lewandowsky: Handbuch der Neurologie. I. Allg. Neurologie. Berlin, Springer.

Bethe: Allg. Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1903.

Verworn: Arch. f. Physiol. Suppl.-Band. 1900.

Fr. W. Frölich: Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 7. Bd. Jena 1912.

R. Magnus: Pflügers Arch., 130. Bd. 1909.

Für unsere Betrachtung ist vor allem wichtig, daß, wie Exner[1]) nachwies, die graue Substanz geradezu eine Einheit darstellt, insofern die an irgendeiner Stelle gesetzte Erregung, mehr oder weniger verwickelt, an jede andere Stelle derselben geleitet wird. Sensorische Reize, mögen sie an welcher Körperstelle immer gesetzt sein, vermögen alle Muskeln zur Kontraktion zu bringen. Man denke an den Strychnintetanus. Beim Kinde sehen wir willkürlich gesetzte Erregungen auf eine größere Zahl von Muskelgruppen sich ausdehnen als beim Erwachsenen. Aber auch beim Erwachsenen ist die lokalisierte Kombination der Muskeln immer unvollkommen. Besonders gilt dies für angestrengte Muskelarbeit und für konstitutionell geschwächte Menschen. Man wird Exner unbedingt zustimmen müssen, wenn er das Mienenspiel und die Ausdrucksbewegungen zu einem großen Teil auf unwillkürliches Mitinnervieren von Muskeln bezieht.

An einer früheren Stelle habe ich die isolierten Kombinationen von willkürlichen Bewegungen als Spezialfälle der Induktion (nach einem weiteren Sinne) im organischen System hingestellt. Der unbedingte Reflex, auf den wir im Folgenden alsbald zurückkommen, wird, stereotyp wie er ist, vererbt. Inbetreff der Willkürbewegungen ist bloß die Erlernung genotypisch vorgesehen und bestimmt, aber die Labilität und die Variabilität der Bewegungskombinationen der verschiedenen Individuen, mag sie auch schon in der genotypischen Konstitution als solche teilweise vor der Realisierung angelegt und nicht bloß in der Lebenslage begründet sein, ist ganz besonders wichtig. Bei den instinktiven Bewegungen liegen viel mehr angeborene Verwandtschaftsverhältnisse der Zentren der grauen Substanz vor. Es ist die Induktion, welche sich äußert in der Enge dieser hergestellten Verwandtschaft. Ursprünglich ist diese „Verwandtschaft" (der Terminus stammt von Exner) z. B. zwischen den aus der Gehirnrinde noch abwärts ziehenden Fasern, von denen beim Sprechenlernen des Kindes diejenigen heraus zu finden sind, welche in gewissen Nervenkernen der Medulla oblongata und spinalis geeignete Innervationskombinationen auslösen, eine verbreitete. Dazu kommt noch die ausgedehnte Verwandtschaft der subkortikalen grauen Organe. Die Intentionsregulierung durch Induktion stellt (temporär) einen außerhalb des Bewußtseinsorgans gelegenen Reflexmechanismus her; die vom Cortex dahin abgehenden Erregungen sind bahnend, hemmend, eventuell beides, der Wirkungskreis bleibt bei der Instinktbewegung ein umschriebener. Anders bei der Willkürbewegung. Hier interveniert das volle Bewußtwerden des Reaktionsverlaufes. Die der Rinde zufließenden sensorischen Erregungen haben, wie die vom Bewußtseinsorgan ausgehenden motorischen, vor letzterem Stationen, wo die Bahnen durch zentrale Massen mit anderen Bahnen in Beziehung treten. Bei gleichzeitiger Erregung von motorischen und sensorischen Wurzelfasern werden dann gewisse interzellulare subkortikale Verbindungsfasern auch viel stärker in Erregung geraten, als wenn eine sensible oder motorische infrakortikale Bahn allein erregt worden wäre. Häufige stärkere Erregung macht aber die Bahn selbst stärker und die Verwandtschaft zwischen den entsprechenden Stationen enger („Ausfahren" von Bahnen). Ferner werden wir sehen, daß besonders die auf Sinneseindrücke gerichtete Aufmerksamkeit bahnend wirken kann auf subkortikale Zentren nach einmal hergestellter enger Verwandtschaft durch häufigen intrazellulären Tetanus. Es wird z. B. der vom

[1]) S. Exner: l. c. Leipzig u. Wien 1894.

Cortex beim Sprechen eines Lautes ausgehende subkortikale motorische Impuls gebahnt durch Ladung jener interzellulären Verbindungen von der sensorischen Seite her und die passende Innervation nach dem Erfolgsorgan begünstigt. Bewegungen, deren sensorischer Effekt nicht vorstellbar ist, sind überhaupt dem Willen entzogen. Bei den sonstigen Erscheinungen der Intelligenz außerhalb des Willens kann es sich grundsätzlich nicht anders verhalten. Auch in den höchsten Abteilungen des Gehirns müssen wir das Funktionieren in letzter Linie auf Reize zurückführen, welche zugeführt werden (worden sind) durch nervöse Leitung oder durch das Blut („autochthone" Erregung Gads).

Die einfachste Form der nervös ausgelösten Reaktion ist der Reflex. In einem der allgemeinsten Probleme, welche das Nervensystem hauptsächlich bietet, dem seiner integrativen Tätigkeit, „dank welcher es aus getrennten Organen ein Tier, das Solidarität besitzt, ein Individuum integriert"[1]), ist der spinale Reflex die Einheit des Mechanismus. Jeder Reflex ist eine integrative Reaktion und keine nervöse Reaktion, geringer als ein Reflex, ist ein vollständiger Akt der Integration. Die nervöse Integration benutzt lebende Bahnen der stationären Zellen, welche geringe Energie brauchen. Daher hat sie, wie Sherrington betont, die Eigenschaft der Geschwindigkeit. Nicht jeder Reflex ist eine einheitliche Reaktion, manche Reflexe sind aus einfachen Reflexen zusammengesetzt. Koordination ist hauptsächlich ein Aufbau aus Reflexen (Sherrington). Die Grundgesetze der Funktion der grauen Substanz, wie sie durch Untersuchung der Reflexe ermittelt worden sind, findet der Leser in den oben zitierten Werken. Auch anscheinend einfache Reflexe sind (Rückenmarkshund) je nach den Bedingungen variabel genug. Speziell erwähnt sei hier nur noch die einsinnige Leitung (in der spezifischen, gerichteten Erregbarkeit der peripheren Endorgane begründet, natürliche „antidrome" Impulse sind nicht sicher erwiesen), die langsamere Leitung, die Variabilität der Zeit zentraler Vorgänge (Reizstärke), die Reizsummation, die Refraktärperiode, der Rhythmus zentraler Vorgänge.

Ganz besonders wichtig ist der Exnersche Begriff der Bahnung. Dieser Forscher zeigte, daß ein vorher unwirksamer Reflexreiz (Kaninchenpfote) wirksam werden kann, wenn dem Rückenmark vorher von der Rinde ein an und für sich unwirksamer Reiz zugeführt wurde. Auch die Hemmung ist eine spezielle Eigenschaft der zentralen grauen Substanz (periphere Hemmung scheint gar nicht in Betracht zu kommen). Hemmung ist die Verminderung (Aufhebung) der Erregung durch einen Reiz. Es sind starke Reize, denen ganz besonders eine hemmende Tendenz eigen ist (reflektorische, automatische Hemmung, Hemmung durch spezielle Zentren, durch variierte Reizung desselben Apparats, Erregung und Hemmung an der einen und der anderen Teilorganisation durch denselben Reiz, dauernd wirksame Hemmungsapparate und zeitlich beschränkte). Die (vorübergehende) Herabsetzung (Vernichtung) des ganzen Zentralnervensystems einer Person heißt „Shock". Derselbe ist keine Folge von Hemmung. Lewandowsky nimmt als Grundlage vielmehr eine molekulare Erschütterung des Zentralapparates

[1]) Sherrington: Asher-Spiro, Ergebnisse der Physiologie. IV. Jahrgang. 1905. (Zusammenwirken der Rückenmarkreflexe.)

Ch. E. Beever: Koordination und Repräsentation der Muskelbewegungen. Ergebnisse von Asher-Spiro, VIII, Wiesbaden 1909.

S. Exner, l. c. Leipzig u. Wien 1894.

an, welcher allerdings mit der Hemmung die Herabsetzung der Erregbarkeit gemein habe. v. Monakows Diaschisis umfaßt dem gegenüber die lokalen Erscheinungen, welche durch Fernwirkung der Hirnläsion auf nicht direkt mechanisch betroffene Gebiete zustande kommen. Steigerung der Erregbarkeit eines Teilorgans des Zentralnervensystems nach Ausschaltung eines anderen muß nicht auf Fortfall von Hemmungen beruhen: H. Munks „Isolierungs"veränderung, welche nicht, wie die Erregbarkeitssteigerung nach Fortfall von Hemmungen sofort, sondern erst nach einer gewissen Zeit sich langsam verstärkt einstellt (Beispiel: Steigerung der Sehnenreflexe nach Abtrennung des betreffenden Segments von den höher gelegenen Teilen (?)). In Beziehung zu den Isolierungsveränderungen stehen die Ersatzerscheinungen. Der Begriff Ermüdung (Erschöpftsein) darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Eine Theorie der Narkose verdanken wir einerseits den Untersuchungen von H. H. Meyer und Overton, andererseits den Arbeiten von Verworn.

Es ist schon erwähnt worden, daß in mancher Beziehung auch das psychische Verhalten einer weiteren Ausbildung des Reflexvorganges entspricht. Der Grund liegt darin, daß alle geistigen Zustände körperliche Tätigkeit irgendwelcher Art zur Begleitung haben. Es ergibt sich daraus, daß dieselbe Muskulatur mehrfach im Zentralnervensystem projiziert ist, in Zentren „von verschiedener Höhe", in jeder Höhe wird die Bewegung durch eine besondere Form des Reizes (in variierten Kombinationen mit anderen Muskulaturen) ausgelöst. In gewissen Gebieten der Großhirnhemisphären handelt es sich zuletzt nicht mehr um elementare Empfindungsarten, sondern um gewisse Empfindungs- usw. Gruppierungen, denen Dinge „in der Wirklichkeit" entsprechen, „phantasiemäßige Erwartungen von Empfindungen", Überlegungen u. dgl. Die Erregung durchläuft also gewissermaßen verschiedene Stromkreise. Bei den Vögeln, dem Hunde ist z. B. die Geschlechtsfunktion hauptsächlich auf die „hinzutretende Stromschleife" der Hemisphären übertragen, bei den Fröschen dagegen kommt der Sexualtrieb den niederen Zentren zu: dort Zurückhaltung, hier maschinenmäßiger Gehorsam gegenüber dem allmächtigen Sinnesreiz, reiner Tropismus[1]).

Die Definition des typischen Reflexes ist ebenso einfach wie bestimmt, das Ausschlaggebende ist der charakterische Reiz, resp. die entsprechende elementare Empfindungsart und die (relativ) gleichmäßige, automatenhafte zugehörige Reaktion. Schon die „bedingten" Reflexe Pawlows aber stehen recht weit ab in ihren experimentellen Bedingungen von den eigentlichen Reflexen. Auch der Spiritualist müßte zugestehen, daß der Pawlowsche Reflex Begleiterscheinung eines „dem psychischen nicht fernstehenden" Vorganges ist. Obwohl, wie wir noch sehen werden, eine scharfe Grenze objektiv sich durchaus nicht auffinden läßt, werden wir im folgenden das psychische, speziell das „intelligente" Funktionieren aus teilweise anderen Gesichtspunkten betrachten, welche indes bloß der größeren Komplikation und der höheren Lokalisation Rechnung tragen. Manche sprechen von „Halb"reflexen.

Sherringtons Prinzip der „gemeinsamen Strecke" hat nach dem Vorstehenden für das Verständnis der gegenseitigen Beeinflussung einer Mehrheit von Reflexvorgängen große Bedeutung erlangt. Während jeder sensible Nerv und jedes sensible Neuron eine ganz spezielle Bahn für die Erregung aus entsprechenden Sinneszellen

[1]) Vgl. hierzu W. James: Psychologie. Leipzig 1909.

bilden, stellt das motorische Neuron für die von verschiedenen sensorischen Aufnahmestellen des Körpers stammenden Erregungen einen letzten Weg dar, auf welchem diese sich summieren und bahnen können, auf welchem die für die koordinierten Bewegungen maßgebende Hemmung erfolgt. Jedoch können auch in einen Reflexbogen eingeschobene Schaltneurone als gemeinsame Strecken fungieren mit Interferenz der Erregungsfolgen. Solche Schaltneurone finden sich z. B. in der Medulla oblongata und im Großhirn der Vertebraten.

Sherrington teilte die Reflexbögen kombinierter Reflexaktionen in synergistische und antagonistische ein. Die reflektorische Beugung des Kniegelenks wird durch Kontraktion einer Reihe von Muskeln bewirkt, die, im Gegensatz zu den Streckmuskeln, die Beuger heißen. Alle Reflexstörungen, deren Erregung Kniegelenkbeugung verursacht, werden dann synergistisch, die eine Streckung hervorrufenden untereinander wiederum synergistischen die Antagonisten genannt. Die Innervation der antagonistischen Muskeln geschieht nun so, daß bei Erregung der Beugemuskeln die Strecker gehemmt werden. Die letzteren werden dabei nicht passiv gedehnt. Solche synergistische und antagonistische Beziehungen bestehen nun nicht bloß zwischen den Muskeln eines Gelenkes, sondern auch zwischen solchen der gleichen Extremität und selbst verschiedener Gliedmaßen. Für das Kriechen der Frösche ist z. B. eine in gleichzeitiger Streckung der hinteren und vorderen Extremität bestehende antagonistische Reflexkombination wichtig. Reizung eines sensiblen Nerven der hinteren Gliedmaßen bringt die Beuger des Kniegelenkes zur Kontraktion, die Streckmuskeln werden gehemmt, zu den motorischen Ganglienzellen der Beuger und Strecker geht von den sensiblen Nerven je eine direkte Verbindung, welche ihre Erregung veranlaßt. Den motorischen Zellen gehen weitere nervöse Verbindungen zu: vom Reflexbogen der Beugemuskeln zu den motorischen Ganglien der Strecker, vom Reflexbogen der letzteren zu den motorischen Zellen der Beugemuskeln, welche die Hemmung der motorischen Ganglienzellen dadurch bewerkstelligen, daß sie dieselben nur schwach erregen. Also eine Doppelinnervation antagonistischer Zentren, der eine Nervenfortsatz hat erregende, der andere hemmende Wirkung. Eine analoge Doppelinnervation greift an den Muskeln direkt an (Blutgefäße). Es ist auch dann nur die Intensität der Erregung maßgebend, in welche das Erfolgsorgan versetzt wird.

Auch verhältnismäßig einfache Reflexbewegungen kommen durch eine Mehrheit von Muskeln zustande, resp. die an solchen beteiligten Bögen treten hintereinander in Funktion (Reflexketten). Ein Beispiel ist ein im Tierreich weit verbreitete Bewegungsform, die Peristole. Dem Einschnürungsring (etwa des Regenwurmleibes) geht eine Kontraktion der Längsmuskulatur voraus, die für sich Verkürzung und Verdickung des Körpers bewirkt. Biedermann hat gezeigt, daß die Kontraktionswellen des Regenwurms durch reflektorische Anregung des benachbarten Leibesquerschnittes von Seite des vorangehend von der Kontraktion ergriffenen zustande kommen. Ähnlich muß es sich verhalten bei der Schwimmbewegung der Fische, dem Fliegen der Vögel, dem Laufen, Springen und Gehen der Vier- und Zweifüßer. Bei allen diesen Lokomotionen ist die Wiedererregung in der Peripherie durch tätige Organe maßgebend. Diese Wiedererregung ist für den geordneten Ablauf der Erregungen im Zentralnervensystem, für die Koordination unentbehrlich.

In engster Beziehung hierzu steht die Sensomobilität Exners[1]. Exner,

[1] S. Exner: l. c.

dessen einschlägige Arbeiten merkwürdigerweise gerade bei den Ärzten bisher lange nicht die gebührende Würdigung gefunden haben, faßt mit diesem Terminus die sensorische Bedingtheit, resp. Regulierung der Bewegungen im allgemeinen zusammen. Ich selbst will hier dasjenige aus dem reichen Tatsachenmaterial Exners herausgreifen, was eine persönliche Seite zu haben scheint. Die typische Reflexbewegung bedarf eines zentripetalen Impulses zu ihrem Eintreten; ein Taubgeborener wird (bleibt) stumm, da er die sensorischen Eindrücke niemals empfangen hat, nach denen er die motorischen Innervationen des Sprechens zu koordinieren vermöchte. Zwischen diesen beiden Extremen liegen Zwischenstufen des Verhaltens, sie bilden gerade auch in betreff der Psychismen die Übergänge von den niedrig stehenden Reflexen zu den höchststehenden und kompliziertesten Akten.

Vom Öffnen des Pylorus auf den mechanischen Reiz des Mageninhaltes hin, der zustande kommt beim Tier ohne Großhirn, erhält das „Bewußtseins"organ (i. e. die höchste Abteilung des Gehirns) gar keine Nachricht, der „Wille" hat keinen Einfluß auf diesen Reflex. Bei der Pupillenverengerung kann wenigstens der sensorische Impuls als Lichtempfindung zum Bewußtsein gelangen. Ein anderer Reflex, das bei taktiler Erregung der Cornea, der Cilien erfolgende, auf den sensibeln Trigeminus und den Fazialiskern sowie deren zentrale Verbindungen zu lokalisierende, vom Gehirn unabhängige Blinzeln, kann sogar gegen den Willen eintreten, aber es wird durch Hirnschenkelbahnen beeinflußt, wobei überdies beim Menschen beide Fazialiskerne zugleich in Wirksamkeit treten. Dieser Reflex erweist sich auch noch dadurch als ein höherer, daß er selbst wiederum das Organ des Bewußtseins beeinflußt: die erfolgte Bewegung verschafft uns taktile Eindrücke von Seite der Lider, der Cornea, der Muskeln. Besonders den Sehnenreflex benutzt Exner, um uns weiter in seinen Gedankenkreis einzuführen. Überdehnung eines Gelenkes, ruckartige Zerrung einer Sehne, Stöße auf einen Knochen rufen unter gewissen Bedingungen Reflexzuckungen, eventuell eine Art Tetanus hervor. Reflexionsort ist das Rückenmark, zum Bewußtsein kommt der auslösende sensible Reiz und die Empfindung der eingetretenen Bewegung. Dieser Sehnenreflex besitzt nun einen besonderen biologischen Wert. „Geht man einen steinigen Pfad hinan und hat, durch igendein Interesse abgezogen, die instinktive Beobachtung des Weges außer Acht gelassen, so kann es wohl geschehen, daß wir den Fuß flach aufsetzen, als wäre eine Steinplatte zu betreten, während wir tatsächlich einen Stein unter unseren Zehen, unter der Ferse aber nichts haben. Geschieht dieser Schritt mit einiger Hast, so wird der Fuß mit seinem vorderen Ende stark nach oben gebogen, nimmt dann genau die Stellung ein, welche die Kliniker künstlich erzeugen, um den Reflex hervorzurufen, und in der Tat tritt auch hier die Reflexzuckung ein und stellt sofort unseren Fuß unter Hebung der Ferse und des Unterschenkels in eine normale Stellung, indem zugleich das Sprunggelenk durch Muskulaktion festgestellt und dadurch die Gelenksbänder vor Überdehnung bewahrt werden. Im nächsten Momente sind wir nun dessen bewußt, daß wir in Gefahr waren, den Fuß zu übertreten". Diese Sensomobilitätserscheinung zeigt zum erstenmal, wie eine „Willkür"bewegung (der Schritt) durch sensorische Eindrücke (Zerrung von Gelenksbändern, Sehnen, Muskeln) rein reflektorisch reguliert wird. Daß diese Sehnenreflexe nur eine besonders prägnante Form der unbewußten Regulierung unserer Gehbewegungen ist, wird man Exner unbedingt zugeben müssen. Eine solche Regulierung wird auch nicht immer und überall

unter den strengen Reflexbegriff fallen. Soweit das Rückenmark hierbei in Betracht kommt, werden vermutlich die „kurzen" Bahnen intervenieren.

Ich selbst glaube, daß die Sache durchaus nicht bloß auf die Lokomotionsbewegungen beschränkt ist. In dieser Beziehung sei zunächst auf einen berühmten Versuch Pflügers[1]) hingewiesen. Die Anwendung des ersten der von diesem Forscher gefundenen (heute nicht mehr völlig maßgebenden) Gesetzes der Reflexe (Gesetz der gleichseitigen Leistung für einseitige Reflexe: Wenn dem Reize, welcher einen peripherischen Empfindungsnerven trifft, Muskelbewegungen auf nur einer Körperhälfte als Reflexe folgen, so befinden sich dieselben ohne Ausnahme und unter allen Umständen auf derjenigen Körperhälfte, welcher auch der gereizte Empfindungsnerv zugehört) auf die Bewegungen des isolierten Aalschwanzes hätte bestimmt, daß dieselben infolge linksseitiger Reizung etwa mittels eines brennenden Holzes ins Feuer hinein zu erfolgen hätten. Zahlreiche Versuche (an Aalen, Eidechsen, Blindschleichen) zeigten jedoch, daß die Schwänze sich vom Feuer wegwenden, gleichgültig, wo das Rückenmark abgetrennt ist, hoch oben zwischen Medulla oblongata und Plexus brachialis oder an beliebig tiefer gelegener Stelle. Pflüger schließt daraus bekanntlich auf Empfindungs- und Willenstätigkeit des Rückenmarkes in dessen ganzer Ausdehnung. Heute werden wir, mit Goltz[2]), hierin nur ein zentrales Anpassungsvermögen erblicken. Auch Sherrington spricht dem Rückenmark das Vermögen zu, Lokalzeichen zu vermitteln. Die entsprechenden Regulierungen werden sich vielleicht auch in die Sensomobilität einfügen und als „Antwortsreaktionen" einer besonderen Art die Mitte einnehmen zwischen Reflexen und „Willkür"bewegungen.

Das Tatsächliche, in dem, was man als „unterbewußtes Ich" und sein Verhältnis zur Gesundheit, resp. als „Gesundheitskontrolle durch den Organsinn" zusammengefaßt hat[3]), beruht großenteils auf der Regulation des „Verhaltens", d. h. der wichtigsten vitalen Prozesse durch die Sensomobilität ohne prägnante Intervention des Bewußtseins. Die Sensibilität der inneren Organe scheint allerdings wenig aufgeklärt. Was die Frage betrifft, ob alle Empfindungen, welche wir von unseren Organen erhalten, durch Reizung spinaler Nerven zu erklären ist (Lennander, Wilms[4])), oder ob wir die Fasern des sympathischen Geflechts als die sensible Versorgung derselben zu betrachten haben (Goldscheider[5])), so ist letzteres jedenfalls als Möglichkeit allgemein zugegeben, für die Schmerzen ist es wahrscheinlich. Die normale Unterempfindlichkeit gegen die gewöhnlichen Prozesse hat etwas Zweckmäßiges. Die Headschen Zonen an der Körperoberfläche, welche mit den inneren Organen in der Weise korrespondieren, daß bei den Erkrankungen dieser jedesmal ganz bestimmte Gebiete an der äußeren Haut hyperästhetisch werden, beweisen unbedingt von den Organen ausgehende zentripetalleitende Nervenfasern, Nerven, welche bei Erkrankung derselben gewisse Reize vom Organ zu einem bestimmten Spinalsegment leiten.

[1]) E. Pflüger: Sensorische Funktionen des Rückenmarks der Wirbeltiere.
Talma: Pflügers Arch., 37. Bd.

[2]) F. Goltz: Gesammelte Abhandlungen. Bonn 1881. Pflügers Arch., 34. Bd., 1884; 42. Bd., 1888.

[3]) Vgl. L. Waldstein: Das unterbewußte Ich und sein Verhältnis zu Gesundheit und Erziehung. Wiesbaden, Bergmann, 1908.
A. Brosch: Gesundheitskontrolle durch den Organsinn. Wien, Deuticke, 1912.

[4]) Lennander: Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie. 73. Bd. 1904. Grenzgebiete, Bd. 10.

[5]) Goldscheider: Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, 95. Bd.

Diese Fasern bringen, mehr oder weniger direkt, die Organschmerzen zur Großhirnrinde. Auch die Tatsache, daß der gelegentlich an der symmetrischen Hautstelle auftretende Schmerz bei Viseralerkrankungen deshalb von den Patienten nicht immer auf das betroffene Organ lokalisiert wird, spricht für das Vorhandensein sensibler Fasern zur Medulla spinalis und zum Cortex. Gegenüber der Sensibilität der vom spinalen System versorgten Körperteile ist die Empfindlichkeit der inneren Organe gering[1]).

Für die „instinktmäßigen" Bewegungen setzt Exner die Bedeutung des Faktors Aufmerksamkeit auseinander. Unter gewissen Verhältnissen läßt uns ein Tasteindruck in der Genitalsphäre gleichgültig, ist unsere Aufmerksamkeit demselben zugelenkt, ist er in der Hirnrinde mit anderen Vorstellungen assoziiert, resp. steht er unter der Spannung des Bewußtseinsorgans (Phantasie!), löst er mächtige Reflexe aus. Ein wichtiges, von Exner angeführtes Beispiel ist folgendes. Erregt ein Gegenstand im Gesichtsfeld unsere Aufmerksamkeit, verleihen wir durch Innervation unseren zwölf äußeren Augenmuskeln jenen Spannungsgrad, welcher bewirkt, daß die beiden Gesichtslinien nach dem Objekte konvergieren. Ist die eine Cornea undurchsichtig, wird bald nur die Gesichtslinie des normalen Auges nach dem Gegenstand gerichtet, das sehuntüchtige Auge schielt. Zum Eintreten der Bewegungsinnervation dieses letzteren Auges waren also sensorische Eindrücke auf dasselbe notwendig. Wichtig ist, daß man die Konvergenz der Gesichtslinien gewöhnlich zu den Effekten willkürlicher Muskelaktionen rechnet. Der Ausfall sensorischer Eindrücke bewirkt sonach einen lähmungsähnlichen Zustand. Schließt man die Augen, hält sich in bekannter Distanz (einige Dezimeter) vor das Gesicht einen senkrecht gestellten Bleistift (den eigenen Finger) und bemüht sich die Konvergenzstellung für denselben zu finden, so gelingt das nicht: beim Öffnen der Augen sieht man den Stift in Doppelbildern. Dieses einfache Experiment Exners wird bei Verwendung zweier Finger noch lehrreicher. Der mit Überlegung gesetzte Willensimpuls ist also nicht instande, die richtigen Innervationen zu treffen, er bedarf hierzu der Netzhauteindrücke, welche dann, ohne daß ein neuer bewußter Willensimpuls erfolgt, durch unbewußte in niederen Zentren lokalisierte (vielfach subkortikale) Regulierung das richtige Maß der Muskelaktion vermittelt. Das richtige Maß ist — bei Verwendung zweier ungleichweit abstehender Finger — aber ein anderes, je nachdem unser „Interesse" dem nahen oder fernen Finger sich zugewendet. Unsere Aufmerksamkeit wirkt also bestimmend auf die außerhalb des Denkorgans sich abspielende Regulierung.

Ein experimenteller Beweis für die Erleichterung des subkortikalen Umsatzes einer sensorischen Erregung in eine motorische durch Erregungen vom Bewußtseinsorgan ist das Phänomen der Bahnung. Verwertung von außerhalb des Organs des Bewußtseins lokalisierter Sinneseindrücke ist also nötig. Diese selbst ist aber wiederum abhängig von der durch den Willen gelenkten Aufmerksamkeit. Diese Form der Sensomobilität ist maßgebend für alle Bewegungsformen, welche Exner als „instinktive" zusammenzufassen geneigt ist (Augenbewegungen, gewisse Lokomotionen, die Bewegungen der Mundteile beim Essen, Gesichtsbewegungen, gewisse (Schein-) Lähmungen bei Durchschneidung rein sensibler Nerven, wie z. B. die Unfähigkeit das Futter zu erfassen nach Resektion des Oberkieferastes des Tri-

[1]) Vgl. A. Neumann: Grenzgebiete, 13. Bd. 1910.

geminus bei Esel und Pferd). Die Regulierung außerhalb des Organs des Bewußtseins ist im allgemeinen dabei praktisch nicht wichtiger als die den Sinneseindrücken zugewendete Aufmerksamkeit, die „Intentionsregulierung".

Eine noch höhere Stufe der Sensomobilität kennzeichnet dann Bewegungsformen, bei denen die Beeinflussung der niederen Arten durch die (sinnliche) Aufmerksamkeit (die reflektive Bewußtheit der Sinneseindrücke) völlig in den Vordergrund tritt (z. B. bewußte Regulierung durch Anblicken der Füße beim Tanzenlernen, beim Gehen auf einer schmalen Leiste). Vielfach rechnet man solche Bewegungen schon zu den „Willkür"bewegungen; aber sie sind zum Teil dem Bewußtsein entrückt. Der Ausfall solcher teilweise bewußter Regulierung durch die Sinnesorgane bewirkt charakteristische Störungen der Sensomobilität (Beispiel: die Bewegungen des Blinden). Wichtig ist zu betonen, daß die bewußte Bewegungsregulierung natürlich durch Kontrolle der Sinnesorgane überhaupt, nicht etwa bloß durch Gesichtsvorstellungen erfolgt.

Zu den Erscheinungen der Sensomobilität gehört endlich noch die Hemmung von Bewegungen durch schmerzhafte (subkortikale) Eindrücke. Auch ein großhirnloser Hund von Goltz ging nach einer Verletzung des einen Fußes auf drei Beinen.

Die Körperbewegungen werden somit weitgehend bestimmt durch sensorische Eindrücke. Diese Beeinflussung besteht in Vorgängen innerhalb des Zentralnervensystems, teils im Organ des Bewußtseins, teils in niederen Zentren. Selbst bei der Intentionsregulierung der „instinkten" Bewegung vermag der Willkürimpuls die letztere Regulierung nicht zu ersetzen. Die Aufmerksamkeit bewirkt die vorübergehende Einrichtung eines in niederen Zentren lokalisierten Reflexapparats, der dem intendierten Zweck dient. Eine auszulösende Bewegung ist erst dann dem Einfluß des Willens zugänglich, wenn sie bewußte Empfindungen (Vorstellungen) hervorruft. Bewußte Bewegung ruft bewußte Empfindungen hervor, welch letztere dann unentbehrlich sind zur korrekten Ausführung der ersteren. Der Laie ist, wie Exner richtig bemerkt, außer Stande, eine ihm noch so genau beschriebene Stellung seiner Mundteile wirklich herzustellen. Er findet jedoch sofort die richtige Kombination der Bewegungen, wenn ihm der Buchstabe gesagt wird, bei dessen Aussprache sie vorhanden ist. Jede Bewegung, deren sensorischer Effekt nicht vorgestellt werden kann, ist dem Willen entzogen. Im Jahre 1895 fanden überdies Sherrington und Mott[1]), daß Affen ihre Extremität nicht mehr zum Greifen benutzen, wenn eine Anzahl hinterer Wurzeln durchschnitten worden sind, welche diese Extremität versorgen; sie sagen ausdrücklich: „es ist die Willenskraft, mit der Hand zu greifen, absolut zerstört worden". Dabei sieht der Affe z. B. die Frucht und die gelähmte Hand. Ein klinischer Fall Antons[2]) (hochgradige Sensibilitätsstörung der einen Seite) paßt sehr gut dazu: der Kranke bewegte die Gliedmaßen der betroffenen Seite fast nie „spontan". Sensibilitätsstörungen erzeugen je nach Art der Bewegungen eine Mobilitätsstörung, die auf dem Ausfall der besprochenen Regulierungen beruhen.

Die Funktionen des Großhirns, soweit sie eine spezielle persönliche Seite haben, werden an einer späteren Stelle besprochen. Hier sei nur noch der Unterschied hervor-

[1]) F. W. Mott und C. S. Sherrington: Roy. Soc. Proc. 1895.
Sherrington: ibid. 1897.
[2]) G. Anton: Zeitschrift für Heilkunde, 19. Bd. 1893.

gehoben, der zwischen peripheren motorischen Nerven und den motorischen Pyramidenbahnen sowie der motorischen Kortikalregion besteht[1]). Zerebrale Lähmung ist Bewegungs-, Leitungsunterbrechung in den peripheren motorischen Nerven, Muskellähmung. Reizung der Hirnrinde löst wirklich koordinierte Bewegungen aus, diejenige vorderer Wurzeln keine solchen. Die zentrogenen Bewegungen kann man nicht völlig mit willkürlichen identifizieren, und zwar hauptsächlich wegen der schon erwähnten Beteiligung zentripetal zufließender Erregungen bei den letzteren. Von der Hirnrinde aus können koordinierte Bewegungen auch gehemmt werden. Bei normalen koordinierten Bewegungen werden, nach Sherrington und H. E. Hering, wahre Antagonisten nicht gleichzeitig innerviert. Eventuelle antagonistische Synergie dient der Sicherung der Bewegungsrichtung. Streng genommen wird man mit H. E. Hering jede Bewegungsstörung als Koordinationsstörung aufzufassen haben, auch dann, wenn bloß ein peripherer Nerv resp. ein einzelner Muskel in seiner Funktion geschädigt ist.

Die persönlichen Funktionen des Kleinhirns lassen sich schon aus dem Verhalten solcher Tiere einigermaßen beurteilen, welche dasselbe nicht oder nur wenig entwickelt besitzen. So schwimmen z. B. die Jugendformen gewisser Fische, die bloß ein minimales Zerebellum haben, nicht aktiv herum, sondern lassen sich treiben; bei den reifen, schwimmenden Tieren entwickelt sich auch das Zerebellum reicher. Im Kleinhirn münden Bahnen[2]) (Rezeptionen) aus den Hinterwurzeln des Rückenmarks, dem N. acusticus und den Vierhügeln. Edinger unterscheidet ein Paläo- und ein Neozerebellum (Kleinhirnhemisphären der Säuger, besonders des Menschen). Das Zerebellum hat spezielle Beziehungen zu den Muskulaturen, bei denen es auf koordinierte Spannung ankommt. Das von der Peripherie gereizte Mittelstück (Paläozerebellum) bildet (mit der Haube der Medulla oblongata) die Unterlage für den Statotonus, d. h. eben für die unter dem Einfluß der Schwerkraft beständig wechselnde, für Haltung, Gang usw. unentbehrliche Muskelspannung (Rumpf, Extremitätenansätze). Die Hemisphären des Kleinhirns bedeuten eine vergrößerte Wirkungsmöglichkeit. Es wird ihnen aber noch ein besonderer koordinatorischer Einfluß zugeschrieben. Mit Lewandowsky betonen wir vor allem den sensiblen Apparat (Abstufung, Regelung der Stärke und Schnelligkeit der Muskelkontraktion, der Gleichgewichtshaltung). Schädigungen der hinteren Wurzeln (z. B. bei Tabes) bewirkt schwere, durch Kontrolle der Augen teilweise kompensierbare Störungen im Statotonus. Ein wichtiger Teil des Nucleus motorius tegmenti ist der Deiterskern, der in Beziehung zum Labyrinthe (Vestibulariswurzeln) steht, so daß Erregungen desselben auf jene einwirken: das Labyrinth besitzt aber einen besonders mächtigen Einfluß auf die Muskelspannung. Die Tonuserhöhung sowie die Abhängigkeit der Kopf- und Augenstellung von der Körperlage kommt zustande durch Fasern, welche aus den Teilen des motorischen Haubenkerns nach den Ursprungsstätten der motorischen Nerven gelangen (Tractus rubro- und Deiterospinalis, dorsales Längsbündel). In betreff aller Einzelheiten verweise ich auf Edinger. Der krampferregende Einfluß des Mittelstückes des Zerebellums wird vom Mittelhirn aus gehemmt.

Aus einer Zusammenstellung meines Mitarbeiters Leschke[3]) führe ich in diesem

[1]) Vgl. H. E. Hering: Pflügers Arch., 70. Bd.

[2]) L. Edinger: Handwörterbuch der Naturwissenschaften IV, Jena 1913.

[3]) E. Leschke: Zeitschr. f. klin. Med., 1918.

Zusammenhange einige bisher nicht genügend berücksichtigte Tatsachen betreffend sympathische Zentralorgane im Zwischenhirn an. Gewöhnlich wird gesagt, daß dem einen peripherischen Neuron der quergestreiften Muskulatur im Sympathikus zwei entsprechen. Ganz plausibel vergleicht Nicolai[1]) aus rein funktionellen Gesichtspunkten nur das postzelluläre dem gewöhnlichen motorischen Nerven, die präzellularen Fasern hingegen den höher gelegenen motorischen Bahnen, d. h. z. B. der Pyramidenbahn. Damit würde, ob man auch letztere als hemmenden Faktor exklusiv betrachtet oder nicht (am besten wird man sich in dieser Beziehung an Sherrington und H. E. Hering halten), auch die aktive Hemmung im sympathischen System (Vagus) wenigstens etwas von ihrer Besonderheit verlieren, sie wäre nichts mehr eigentlich Peripherisches, auch hier könnte nur die der Vorderhornzelle entsprechende sympathische Funktion gehemmt werden. Der nervöse Tonus im sympathischen System stammt normalerweise hauptsächlich aus den präzellularen Fasern, bzw. aus der Zerebrospinalachse. Wäre diese Ansicht richtig, müßte man von den Sympathikuszentren des Zwischenhirns koordinatorische, resp. regulatorische Innervation wie etwa vom motorischen Cortex erwarten.

Nach Edinger gehört das Zwischenhirn anatomisch namentlich in seinen basalen Teilen (Hypothalamus) phylogenetisch zu den ältesten, schon bei den niedersten Wirbeltieren vorhandenen Teilen des Hirnstammes, d. h. zu dem von Edinger sog. Primärmechanismus, dem das Telenzephalon in der Entwicklungsreihe erst viel später hinzutritt.

Die Zwischenhirnganglien entwickeln sich aus dem Höhlengrau oder „Haubengrau" (Edinger), welches schon bei den niederen Wirbeltieren die mittlere Hirnkammer umkleidet. Von den Selachiern an lassen sich bestimmte Kerne unterscheiden, namentlich der Nucleus anterior thalami, von dem aus ein Faserzug zum Corpus mammillare zieht und hier in Verbindung tritt mit den an dieser Stelle endigenden Fasern aus den Hinterstrangkernen des Rückenmarks, ferner der Nucleus rotundus und der Nucleus ventralis thalami, die bei den Selachieren noch nicht, wohl aber bei den Vögeln deutlich abgrenzbar sind.

Von den uns hier besonders interessierenden Kernen des Hypothalamus lassen sich schon bei den niederen Vertebraten abgrenzen:

1. Der Kern des zentralen Höhlengraues (Nucleus strati grisei);
2. die Ganglien des Tuber cinereum, nämlich das Ganglion subopticum anterius (Lenhosseck) und posterius (Meynert),
3. der Nucleus interpeduncularis.

Diese bereits auf den frühesten Stufen der phylogenetischen Entwicklungsreihe ausgebildeten Ganglienmassen stellen den ursprünglichsten Teil des Zwischenhirns, den Archithalamus (Edinger) dar.

Mit der zunehmenden Entwicklung des Vorderhirns (Telencephalon) tritt zu dem Archithalamus der Neothalamus. Seine Ausbildung beginnt bei den Reptilien, schreitet fort bei den Vögeln und gewinnt immer größeren Umfang bei den Säugetieren. Seine Verbindungen mit den verschiedenen Rindengebieten, der Stabkranz des Thalamus, entwickelt sich schließlich zum mächtigsten System des Zwischenhirns.

---

[1]) Vgl. F. Kraus: Deutsche med. Wochenschrift 1913.

Für die uns hier beschäftigenden Fragen sympathischer Regulationen kommt jedoch nicht der Neothalamus, sondern nur der Archithalamus in Betracht, und als sein wichtigster Teil, der Zwischenhirnboden, die Regio subthalamica oder der Hypothalamus.

Phylogenetisch steht dieser Hirnteil in einer gewissen, wenn auch bisher noch nicht beachteten Analogie zur Großhirnrinde. Denn bei den niederen Vertebraten stellt der Archithalamus anatomisch und funktionell den zentralst gelegenen Hirnteil dar, der alle Regulationen beherrscht, und spielt hier also eine Rolle, die durchaus derjenigen der erst später sich differenzierenden Großhirnrinde entspricht.

Schon diese phylogenetische Sonderstellung des Archithalamus macht es wahrscheinlich, daß ihm auch bei den höheren Säugetieren und beim Menschen eine besondere Bedeutung als eines wichtige Regulationen des Organismus beherrschenden Zentralapparates zukommt.

Die genauere Kenntnis dieses Hirnteiles verdankt man im wesentlichen den Arbeiten von Luys, Forel, Flechsig, Kölliker, Wernicke, v. Monakow und Edinger. Doch sind wir, wie selbst ein Kenner dieses Gebietes, Edinger, bekennt: „noch weit von einem Verständnis der komplizierten Verhältnisse entfernt, welche auf dem kleinen Raume vorliegen, wo sich Fasern verschiedenster Provenienz treffen, verschlingen und kreuzen, wo graue Massen liegen, die zum Teil selbst wieder von einem engen Netz sich kreuzender markhaltiger Fäserchen erfüllt sind.“

Der Hypothalamus stellt die untere Begrenzung der dritten Hirnkammer dar. Er beginnt vorne an der vorderen Komissur als Lamina terminalis, zieht sich von hier nach hinten zum Chiasma, vor welchem er eine verschieden stark entwickelte Ausstülpung bildet, den Recessus opticus, und senkt sich hinter der Sehnervenkreuzung als Infundibulum trichterförmig nach abwärts, um in den Hypophysenstiel überzugehen.

Der Trichterboden zeigt bei den niederen Wirbeltieren, namentlich bei den Fischen, sehr große Ausstülpungen mit einem dem Plexus chorioideus ähnlich gebauten Saccus vasculosus. Auch bei Menschen finden sich in vielen Fällen noch Andeutungen dieser Ausstülpungen in Form von seitlichen Ausbuchtungen (Eminentiae laterales), in denen kleine Ganglienzellgruppen liegen, gelegentlich auch unmittelbar hinter dem Infundibulum ein Rest des Saccus vasculosus, die Eminentia saccularis (Retzius).

Von den Ganglien des Hypothalamus sind bisher die folgenden als umschriebene Gebilde abgegrenzt worden:

1. Die Substantia nigra (Sömmering), eine Gruppe von pigmentierten Ganglienzellen, die schon makroskopisch durch ihre schwärzliche Farbe auffällt. Sie beginnt im Mittelhirn zwischen der medianen Schleife und dem Hirnschenkelfuß und ragt bis in die Mitte des Hypothalamus hinein.

2. Über ihr befindet sich das Corpus subthalamicum (Luys), das nach vorne zu den Raum dicht über der Fußfaserung einnimmt, welchen kaudalwärts die Substantia nigra beansprucht. Es besteht aus Ganglienzellen, die in ein bisher noch nicht entwirrtes Netzwerk von Fasern eingeschlossen sind.

3. Über ihm ist der rote Haubenkern (Nucleus ruber tegmenti) gelagert, in welchem die Bindearme endigen und der in seiner Hauptmasse noch dem Mittelhirn angehört.

4. Zu beiden Seiten der Mittellinie liegt, bereits zum zentralen Höhlengrau gehörig, der Kern des dorsalen Längsbündels, der ebenso wie die bisher genannten Kerne vom Thalamus opticus durch die Lamina medularis externa geschieden wird.

5. Das zentrale Höhlengrau (Stratum griseum centrale) umkleidet die Wand des III. Ventrikels. Es besteht aus Ganglienzellen, die von einem Netzwerk von Markfasern umsponnen sind, und erhält Zuzüge aus allen die III. Hirnkammer umgebenden Ganglien. In der Mittellinie vereinigt sich das beiderseitige Höhlengrau auf eine 7 mm lange Strecke und bildet die Commissura mollis oder Massa intermedia, in der beim Menschen nur wenige, bei niederen Wirbeltieren (Commissura media) dagegen zahlreiche Markfasern verlaufen.

Leschke betont, daß das zentrale Höhlengrau bei der progressiven Paralyse ebenso degeneriert wie die Großhirnrinde (Schütz), ein weiterer Hinweis auf die angenommene kortexartige Bedeutung dieses Hirnteils.

6. Das Tuber cinereum bildet die direkte Fortsetzung des zentralen Höhlengraues. Jedoch ist es, wie die Untersuchungen von Kölliker, Meynert, Lenhosseck und Retzius gezeigt haben, kein einheitlicher Körper. Namentlich bei den niederen Wirbeltieren lassen sich hier mehrere Ganglien deutlich voneinander trennen, so das Ganglion subopticum anterius (Lenhossek) und posterius (Meynert), während beim Menschen die hier liegenden Ganglienzellgruppen weniger deutlich umrissen sind.

7. Die Corpora mamillaria liegen zu beiden Seiten der Mittellinie in dem Hirnschenkeldreieck hinter dem Tuber cinereum. Sie bestehen aus mehreren Kernen, einem lateralen und einem medialen, der wieder in einen ventralen und einen dorsalen Teil unterschieden werden kann (Gusden). Die Verbindungen der Corpora mamillaria erstrecken sich zum Riechfelde der Hirnrinde (Fornix), zum Sehhügel (Viqu d'Azyrsches Bündel, Tractus mamillo-thalamicus), zur Haube (Haubenbündel, Tractus mamillo-tegmentalis) und zum verlängerten Mark (Stilus s. pedunculus mamillaris, Tractus bulbo-mamillaris).

8. Seitlich vom Corpus mamillare liegt ein Ganglion mit zerstreuten großen Kernen, das von Marburg dem Ganglion octomamillare der niederen Wirbeltiere gleichgestellt wird und wahrscheinlich Beziehungen zu den nasalen Optikusfasern besitzt. Auf die primären Sehzentren (Corpora geniculata), die gleichfalls zum Zwischenhirnboden gehören, soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

9. Hinter dem Corpus mamillare liegt an der Grenze von Mittel- und Zwischenhirn das Ganglion interpedunculare, das Verbindungen zum Okulomotoriuskern besitzt.

Die Durchsicht von Präparaten mit Zellfärbungen lehrt, daß im zentralen Höhlengrau und im Tuber cinereum eine Reihe bisher noch nicht voneinander abgegrenzter Gruppen verschieden großer und verschieden geformter Ganglienzellen liegen, deren Differenzierung ebenso wie die Entwirrung des sie umspinnenden Faserwerkes weiteren Untersuchungen vorbehalten bleibt.

Die Verbindung dieser Kerne untereinander geschieht vor allem durch das erwähnte dichte Fasernetz, das die Möglichkeit mannigfachster Assoziation der verschiedenen Ganglienzellgruppen gewährleistet. Von den größeren Faserbündeln sind bisher bekannt:

1. Verbindungen zwischen dem Hypothalamus einerseits und dem Thalamus bzw. der Hirnrinde andererseits, die in der Lamina medularis externa, der Grenzschicht zwischen Hypothalamus und Thalamus opticus, verlaufen.

2. Die Linsenkernschlinge (Ansa lentiformis), die in den großen Stammganglien (Seh-Streifenhügeln) beginnt, schleifenförmig nach abwärts zieht und hierbei Fasern an das Corpus subthalamicum und die Substantia nigra abgibt, wobei sie sich in die beiden Forelschen Schichten H_1 und H_2 spaltet.

3. Das dorsale Längsbündel des zentralen Höhlengraues (Schütz), das im Grau unter dem III. Ventrikel beginnt und sich, immer dicht unter dem Ventrikelependym liegend, bis in das verlängerte Mark zu den Hypoglossus- und Vaguskernen hin verfolgen läßt.

4. Der Fasciculs retroflexus (Meynert) sive habenulo-peduncularis, der gleichfalls zu den ältesten Fasersystemen des Gehirns gehört und sich bereits bei Petromyzon und bei den Selachiern vorfindet. Er zieht ungefähr parallel dem Viqu d'Ázyrschen Bündel vom Ganglion habenule zum Ganglion interpedunculare.

5. Die Columna fornicis, die aus dem Großhirn stammend im medialen Ganglion des Corpus mamillare endigt.

6. Der Tractus mamillo-thalamicus (Viqu d'Azyr), dessen aus dem medialen Ganglion des Corpus mamillare austretende Züge in zwei Teile zerfallen, von denen der kaudale als Haubenbündel (Tractus Mamillo-tegmentalis) zum dorsalen Haubenganglion des Mittelhirns, der frontale in den unteren Teil des Nucleus anterior thalami einstrahlt.

7. Der Stilus sive Pedunculus corporis mamillaris oder Tractus bulbo-mamillaris, der nach den Untersuchungen von Wallenberg den medialsten Fasern der Hinterstränge entstammt, die sich zwar ebenso wie die übrigen in der Schleifenschicht kreuzen, aber schon im Gebiete des Hirnschenkels von ihnen trennen und nicht wie die anderen Fasern in den ventralen Thalamuskern gelangen, sondern an der Mittel- und Zwischenhirnbasis entlang nach vorn ziehen und im lateralen Ganglion des Corpus mamillare endigen.

Ist schon unsere Kenntnis von der Anatomie des Zwischenhirns nur lückenhaft, so wissen wir noch viel weniger von seinen physiologischen Funktionen. Die geschützte Lage des Hypothalamus am Boden der mittleren Schädelhöhle und die dadurch bedingte Schwierigkeit, ihn operativ freizulegen, haben bisher der Erforschung seiner physiologischen Bedeutung hindernd im Wege gestanden. Erst in neuester Zeit ist durch die Ausbildung geeigneter Operationsverfahren der Weg zur Erkenntnis der Zwischenhirnphysiologie angebahnt worden, während der Versuch einer klinischen Pathologie des Zwischenhirns, wenigstens in bezug auf die Störung einer seiner Funktionen (nämlich der Regulation des Wasser- und Molenstoffwechsels beim Diabetes insipidus), vor allem von Leschke unternommen worden ist.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Zwischenhirnphysiologie deuten in Übereinstimmung mit seiner aus phylogenetischen und anatomischen Gründen supponierten Bedeutung als eines sympathischen Zentralorgans darauf hin, daß es in der Tat die Funktionen eines den gesamten Organismus beherrschenden sympathischen Regulationsmechanismus ausübt.

Karplus und Kreidl haben durch elektrische Reizung des Infundibulums

sympathische Reizwirkung erzielt, nämlich Erweiterungen der Pupillen und der Lidspalten, sowie Zurückziehen der Nickhaut. Ferner ist der mächtige Einfluß des Zwischenhirns auf die gesamte Wärmeregulation durch die Versuche von Krehl und Isenschmid, sowie durch Untersuchungen in meiner Klinik sichergestellt worden. In gemeinschaftlichen Untersuchungen mit Citron hat Leschke nachgewiesen, daß nach Ausschaltung des Zwischenhirns nicht allein die normale Wärmeregulation aufhört, sondern auch die Fähigkeit, zu fiebern. Daß bei solchen Tieren auch die Erhöhung des Stoffwechsels durch Infektionen in gleicher Weise ausbleibt wie die der Körpertemperatur, hat unlängst Grafe gezeigt. Hierzu kommt der durch verschiedene Untersucher nachgewiesene Einfluß des Zwischenhirns auf verschiedene Regulationen des Stoffwechsels, wie die nach Zwischenhirnreizung auftretende Glykosurie (Aschner, Leschke und Schneider), die nach Reizung des Zwischenhirns eintretende Hemmung (Leschke und Schneider), nach Ausschaltung desselben eintretende Steigerung des Eiweißstoffwechsels (Grafe). Aber Wärmeregulierung und Stoffwechsel verhalten sich höchst bemerkenswerterweise wie zwei Tasten einer Klaviatur, die auch getrennt für sich angeschlagen werden können. Wie R. Hirsch gezeigt hat, brauchen Körpertemperatur und Stoffwechsel unter pathologischen Bedingungen nicht immer parallel zu gehen.

Das Vorhandensein eines lebenswichtigen sympathischen Zentralorgans an dieser Stelle wird schließlich durch eine Beobachtung nahegelegt, die Leschke wiederholt bei Operationen an der Hypophyse und Zwischenhirnbasis hat machen können. Während nämlich andere Teile der Hirnrinde gegen das Betupfen mit einer schwachen Suprareninlösung ziemlich unempfindlich sind, genügt die leiseste Berührung der Zwischenhirnbasis mit einem in schwache Suprareninlösung ($^1/_{10000}$) getauchten Tupferende, um den augenblicklichen Tod des Tieres herbeizuführen. Da wir wissen, daß das Suprarenin das spezifische Reizmittel für das sympathische Nervensystem darstellt, spricht dieser starke Reizeffekt des Suprarenins, der wohl kaum von einer anderen Stelle des Körpers aus in dieser Weise zu erzielen ist, gleichfalls für die Existenz eines sympathischen Zentralorgans im Zwischenhirn.

Auch die nach Zwischenhirnreizung auftretende Polyurie verläuft wahrscheinlich auf dem Wege sympathischer Bahnen. Hierfür spricht der Umstand, daß die Hydrurie nach Piqûre durch Splanchnicusdurchtrennung stark beeinträchtigt wird (Eckard), und Splanchnicusdurchschneidung selbst zu vorübergehender (wahrscheinlich auf Reizwirkung beruhender) Polyurie führt. Die Nervenbahnen, auf denen der Effekt der Zwischenhirnreizung zur Niere verläuft, müssen erst durch weitere Untersuchungen genauer festgestellt werden.

Die Beziehungen des Diabetes insipidus des Menschen zum Zwischenhirn sind schon früher (vgl. oben S. 18) berührt worden.

Es gibt auch noch wichtige Beziehungen der Großhirnrinde zum motorischen letzten Teil des sympathischen Systems, auch zu unwillkürlichen Bewegungen. Ich verweise z. B. auf diejenigen der Igelstacheln und der Schwanzhaare von Katze, Eichhorn, Marder[1]). Der „Nutzen" dieser Bewegungen, wie er in selektionstheore-

[1]) Vgl. E. Weber: Zentralblatt für Physiologie. 20. Bd. Nr. 11.

tischer Auffassung sich darstellt, scheint mir sehr problematisch. Wahrscheinlich bedeuten sie vorwiegend eine Überschußreaktion

Edinger[1]) faßt als Paläenzephalon einen das Rückenmark, die Medulla oblongata, das Kleinhirn, die Vierhügel, das Zwischenhirn, den Lobus olfactorius, das Corpus striatum umfassenden Apparat zusammen, welcher maschinenmäßig Reize aufnehmend, diese in kombinierte Bewegungen vorgebildeter Art (Reflexe, Instinkte) umsetzt. Neue Bewegungen werden nicht geschaffen. Abweichende Reaktion bedingt bloß der physiologische Zustand. Das Paläenzephalon bildet keine Assoziationen, schafft nicht Erinnerungsbilder aus mehreren Bestandteilen. Wäre nur das Urhirn vorhanden, erführen wir nichts von unseren Empfindungen und Bewegungen, nichts überschritte die Schwelle des Bewußtseins. Bei den Leistungen des Paläenzephalon soll man (statt von Wahrnehmungen und Handlungen) mit Edinger bloß von Rezeptionen, Motus und dazwischen liegenden Relationen (nicht Assoziationen) sprechen. Dadurch, daß das Paläenzephalon bei den Säugern aus vielen Teilen Fasern in die Hirnrinde (nicht mehr bloß, wie bei den niederen Vertebraten, zum Mittelhirn, resp. zum Thalamis) vorschiebt, kommen unzählige Verbindungsmöglichkeiten hinzu, aus dem Cortex entspringende Bahnen übertragen auf das Paläenzephalon, was in der Rinde zustandekommt und gestalten das Effektorische des Nervensystems komplizierter. Edinger zeigte, daß der älteste Cortex sich zunächst mit denjenigen Teilen des Paläenzephalon verknüpft, welche dem Geruch und dem Oralsinn dienen, erst allmählich gesellen sich andere Rindengebiete zu. Wo, bei den Säugern, das Rindenzentrum des Riechapparates seine höchste Ausbildung erfährt (es kommt dann zur Abscheidung ganzer Lappen), empfängt dasselbe zwar seine Anregungen aus dem niederen, bei den Fischen isolierten Riechmechanismus, wird aber durch seinen Bau zu ausgedehnter Eigentätigkeit befähigt. So addiert sich zum niederen Apparat der höhere.

Für die durch das Neenzephalon ermöglichte Art des Erkennens schlug Edinger den Namen Gnosis und für die entsprechenden Handlungen die Bezeichnung Praxien vor. Das Dazwischenliegende soll Assoziation heißen. Rezeptionen und Motus bestehen bei den Tieren und beim Menschen weiter, mit dem Auftreten des Cortex kommen aber die erwähnten Fähigkeiten hinzu. Krankhafte Verluste derselben führen zu Agnosie (Unfähigkeit, solche Dinge zu erkennen, die erlernt und durch Heranziehung von Mehrfachem wieder zu erkennen sind, zu „agnoszieren") und Apraxie. Der niedere Apparat (Paläenzephalon) verliert etwas von seiner Selbständigkeit, wo das Tier einen Teil seiner Verrichtungen mit Hilfe des Cortex ausführen gelernt hat. Die meisten Säuger können durch Rindenverletzung nicht dauernd in der Bewegungsfähigkeit beeinträchtigt werden, der Mensch aber verliert, bei Untergang der gleichen Rindenpartien, dauernd die dazu gehörigen speziellen Fähigkeiten, er bleibt praktisch lahm, weil er, nach Edinger, vorwiegend neenzephal arbeiten gelernt hat. Der Cortex ist also ein in sich geschlossener Apparat, welcher, über die Zentren des Paläenzephalon gelagert, diese beeinflußt. Alle Einzelheiten gehören nicht hierher; erwähnt sei hier nur, daß Störungen der Wahrnehmungsfähigkeit im Cortex dazu führen, daß die empfundenen Gegenstände nicht als solche erkannt werden. Wichtig

[1]) L. Edinger: Beziehungen zwischen dem Aufbau des Nervensystems und seiner Tätigkeit. 2. Aufl. 1912. Handwörterbuch der Naturwissenschaften l. c.

ist auch speziell für unsere Betrachtung, daß, außer Erregungen, von der Rinde auch Hemmungen ausgehen, welche für sich letztlich auch in tieferen Zentren entstanden sein können (Kontraktion der Agonisten, Erschlaffung der Antagonisten, viele Rückenmarksreflexe treten leichter bei Wegnahme des Großhirns ein). Dies erstreckt sich auch auf das psychische Gebiet. Bei Hirnläsionen sind, wie Edinger mit Recht betont, neben Reiz- und Ausfallserscheinungen, immer auch solche Hemmungen zu berücksichtigen.

Die Vorstellung, daß im Rindengebiet bald diese bald jene Funktion streng lokalisiert sei, hat der Kritik nicht Stand gehalten; aber so gut wie immer sind, selbst bei umschriebenen Läsionen, umfänglichere Störungen vorhanden, weil an jeder Rindenstelle Bahnen zu vielen anderen Teilen des Nervensystems liegen (Fernwirkungen als Hemmungen, Monakows „Diaschisis", welche bis in die Rückenmarkszentren hineinreicht). Ausfall der kortikalen Zentra verursacht niemals eine so vollständige Lähmung, wie der Untergang paläenzephaler Apparate (z. B. des Rückenmarks). Von der Intaktheit unseres gnostischen Apparates, der erst nach der Geburt in Aktion tritt, hängt unser ganzes Verhalten ab.

Unser Wissen von den Agnosien kann man derzeit dahin zusammenfassen, daß die Gnosis an die Hirnrinde gebunden ist, daß sie aber völlig für sich besteht und von unserer Intelligenz unabhängig verläuft. Wir lesen nach Edinger Schrift, Noten usw., ohne über den Inhalt „klar" zu sein. Wir agnoszieren optisch gelegentlich eines Spazierganges Vieles, ohne uns dessen gleich bewußt zu werden. Höhere Tiere und Menschen sammeln die ganze Individualitätsphase hindurch Erfahrungen mit ihren Sinneszentren. Dazu kommt Nachahmung („Absehen" und Unterricht). Die Gnosis (Wahrnehmung) ist also mehr als einfache Reizaufnahme. Indem die Rinde mehrere Wahrnehmungen verbindet, entstehen „Bilder", die nicht mehr einem einzelnen Sinnesapparat allein angehören (Sinneserinnerungen). Auch ausgeführte Bewegungen hinterlassen Gedächtnisspuren. Dadurch werden die Handlungen (Praxien) möglich. Das aus dem entsprechenden Defekt resultierende Krankheitsbild ist die Liepmannsche Apraxie[1]). Die meisten Handlungen der rechten Hemisphäre werden auf dem Wege des Corpus callosum von der linken aus geleitet (Apraxie der linken Hand bei Balkenzerstörung). Gnosien und Praxien sind so eng miteinander verbunden, daß es im Einzelfall schwierig ist, die Schädigung der einen Funktion von der anderen zu trennen. Diese Enge der Beziehungen gilt besonders für die Sprache. Was aber letzterer ihre große Bedeutung verschafft, ist weder die Sprachgnosie, noch die Sprachpraxie, sondern der innige Zusammenhang mit dem Intellekt. Der größte Teil unseres Denkens erfolgt in Sprachbildern. Der Vergleich des Anthropoidengehirns mit dem menschlichen zeigt, nach Edinger, nichts so deutlich, als daß die Hirnwindungen, welche nicht direkt Gnosien oder Praxien erzeugen, beim Menschen enorm viel größer geworden sind (Ausbildung des ganzen Stirnlappens neben der Brocaschen Windung usw.).

Zu den Rezeptionen und Motus des Paläenzephalons und zu den Gnosien und Praxien des Cortex kommt dem entsprechend bei einigen Tieren und vor allem beim Menschen nach Edinger, dem wir uns völlig anschließen, ein drittes: die Fähigkeit, die eigenen Wahrungen zu verstehen und danach die Handlungen einzuleiten, zu unter-

[1]) H. Liepmann: Störungen des Handelns bei Gehirnkranken. Berlin, Karger, 1906.

drücken, zu ändern; schließlich den Erfolg der Handlung zu beurteilen und später Handlungen darnach einzurichten. Die Fähigkeit gerade hierzu verdient, im physiologischen Sinne, erst die Bezeichnung: Bewußtsein. Ich wiederhole: Motus und Rezeptionen, Gnosien und Praxien, weitaus der größte Teil unserer seelischen Tätigkeit, verlaufen außerhalb des Bewußtseins. Sie können jedoch und zwar unter Vermittlung bestimmter, höchststehender Gehirnabteilungen[1], gleichzeitig oder später in das „Blickfeld" des Bewußtseins treten. Auch die Fähigkeit zum Bewußtsein ist an das Hinzutreten neuer Hirnteile, also neuer Organisationen geknüpft. Es hat zuerst Flechsig darauf hingewiesen, daß, was sich vom Tier zum Menschen hin steigend vergrößert, die zwischen und vor den Sinneszentren liegenden Felder sind, und einen mächtigen, letztere zusammenordnenden Apparat des Cortex formieren. Nur können wir uns gegenwärtig, wie wir sehen werden, nicht mehr auf den Standpunkt stellen, daß Denken und intelligentes Verhalten durch das Assoziationsschema der älteren Psychologie sich decken lassen; man muß den Flechsigschen „Assoziationszentren" teilweise eine andere biologische Bedeutung unterlegen. Sicher aber nehmen jene Felder an Größe in dem Maße zu, wie das Tier seine Wahrnehmungen und Handlungen von der Intelligenz führen lassen kann. In diesem Sinne müssen wir an einer substantiellen Theorie des zerebralen Geschehens, speziell hinsichtlich der Erinnerungsvorgänge, festhalten und getrennt übereinander geschichtete Zentra annehmen. Dies wiederholt sich übrigens auch außerhalb des Gehirns, z. B. im Herzen. Zentra sind natürlich, auch im Zentralnervensystem, nur Orte, welche, durch die Art ihrer Verknüpfung mit anderen Gebieten, enstehenden Funktionsdefekten ein charakteristisches Gepräge verleihen. Auf die Bedeutung der inneren Sprache als Ausgangsfunktion für das Denken sei nochmals mit Edinger u. A. eindringlich hingewiesen.

Hartmann[2]) hat, ausgehend von der Tatsache, daß die nach umgrenzten herdförmigen Affektionen des Gehirns auftretenden Folgeerscheinungen nicht ohne weiteres als sich deckend mit den physiologischen Leistungen der zerstörten nervösen Substanz gelten dürfen, sich die allgemeine physiologische Frage vorgelegt, wie die Syndrome der Aphasie, Asymbolie und Apraxie auf ein Zusammenarbeiten der beiden Gehirnhemisphären bei den einzelnen Leistungen hinweisen? Beim Suchen nach einem überragenden Standpunkt kommt er auf die Orientierung. Hartmann hatte schon früher in einer vergleichenden biologischen Betrachtung der Orientierung im Reiche der Wirbellosen zunächst den Begriff des elementaren Orientierungsvorganges abzuleiten versucht. An der Hand desselben unternahm er es, den Erscheinungen der Orientierung auch bei den Wirbeltieren nachzugehen und endlich die Störungen der Orientierung beim Menschen zu analysieren. Auch unsere ganze bisherige Darstellung hat die Orientierung im tierischen „Verhalten" besonders hervorgehoben und eine tropistische Stufe des Lebens von derjenigen mit Reizverwertung unterschieden. Auf jener ersterwähnten Stufe (Wirbellose) regeln äußere Reize Lage, Bewegung und Bewegungsrichtung in bestimmter, ceteris paribus immer gleicher Weise durch diffuse Überschußreaktion, die Tiere werden zwangsmäßig orientiert. Wo mit der Differenzierung be-

[1]) A. Kußmaul: l. c.
P. Flechsig: l. c.

[2]) F. Hartmann: Orientierung. Leipzig, Vogel, 1902. Aphasie, Asymbolie, Apraxie, Referat erstattet dem III. internat. Kongr. f. Psychiatrie. Amsterdam 1907.

stimmter Analysatoren (spezifischer Sinnesapparate) die Organismen „spontan" ortsbeweglich werden, bleibt eine ähnliche Orientierung wenigstens zunächst des Sinnesorganes auch auf der höheren Lebensstufe erhalten, der Gesamtorganismus richtet sich erst sekundär darnach. Die Einstellung des Sinnesorganes wirkt für sich als neuer intranervös sich abspielender afferenter Reiz (Einstellungs-, Orientierungsreiz) und orientiert schließlich den Gesamtorganismus. Der ganze Organisationsplan des menschlichen Gehirns entspricht nach Hartmann diesen elementaren Vorgängen. Der Ablauf dieser elementaren Orientierungsvorgänge ist verknüpft mit gleichzeitigen Erregungen des Cortex auf größtenteils bekannten Bahnen. Diese Reize verdanken ihre Entstehung den verschiedenen Raumwerten elementarer Sinnesreize und den dadurch bedingten Einstellungsvorgängen der Sinnesapparate.

Bei der Analyse der klinischen Syndrome der verschiedenen Formen der Asymbolie sieht man nun nach Hartmann sofort, daß neben den relativ unwesentlichen Schädigungen rein sensorischer Natur vorwiegend die mangelhafte Zuordnung von Raumwerten die Grundlage der vorhandenen Störungen darstellt, z. B. im optischen Gebiet das Formen-, das stereoskopische Sehen, die Lokalisation optischer Reize nach der Tiefe zu, und dementsprechend verlangsamte, diskontinuierliche Fixation und Einstellungstätigkeit der Sinnesorgane. Die Sinnesreize werden räumlich nicht mehr oder nur abnormal orientiert. Oder es sind die durch das Material orientierter Sinnesreize und aus deren Komplexen hervorgegangenen Übungs- und Anpassungserscheinungen nicht mehr auslösbar. Trotz Erhaltenbleiben der spezifischen Sinnesbahn wird bei auf diese Weise optisch Desorientierten es zu schweren Störungen der durch dieselbe zu orientierenden Lokomotion kommen. Alles dies gilt nicht bloß für die optische, sondern mutatis mutandis auch für haptische, akustische und statische Asymbolie: immer wieder handelt es sich um Orientierungsstörungen im entsprechenden Sinnesraume. Da das von allen Sinnesapparaten stammende Material von Raumwerten in innigster Beziehung steht zum Vollzug und zum Ablauf der praktischen Bewegungen, ergeben sich die betreffenden Störungen als Teilbestände des Syndroms der Apraxie. Hartmann speziell ist der Ansicht, daß gerade dem linken Stirnhirn eine Reihe von bewegungsregulierenden Raumwertbestandteilen zuzuschreiben sei. Es darf nicht verschwiegen werden, daß die Nosologie eine „reine" motorische Apraxie trotz Intaktheit der Orientierungsleistungen führt.

Wir erleben soeben den physiologischen Ausbau der Lehre von der Körperstellung[1]). Im speziellen Teil wird darauf zurückzukommen sein.

Innere Sekretion.

2. Die innere Sekretion (Wirkungsweise der Hormone) kann nach meiner Auffassung im prägnanten Sinne ektropistisch oder entropistisch sein. Im ersteren Falle dient sie der Entwicklungsarbeit und ist schon von vornherein etwas in der genotypischen Konstitution angelegtes Persönliches; im letzteren bezieht sie sich auf die Dynamogenese und vermittelt chemische Korrelation im Phänotypus. Die mit der Entwicklungsarbeit verknüpften endokrinen Organe steigern, indem der erbliche Anlagenbestand art- und individualgemäß die Reifung der Blutdrüsen für sich bestimmt, zu-

---

[1]) Vgl. C. S. Sherrington: Journ. of physiol., vol 40, 1910. Integrative Action of the nervous system 1906.

R. Magnus: Münchner med. Wochenschrift 1912, 1913. Pflügers Archiv, 145 Bd., 1912; 149. Bd., 1913; 154. Bd., 1913; 159. Bd., 1914; 165. Bd., 1916.

sammen mit äußeren Bedingungen, nur idioplasmatische Leistungen während der Ontogenese und später nach Ort und Zeit, oder modifizieren sie sonstwie. Ein Unterschied zwischen solchen innersekretorischen Beeinflussungen und genotypischen Ursachen ist absolut gar nicht immer zu machen. Diese Gruppe endokriner Organe wirkt durch ihre Hormone durchaus nicht bloß im ausgebildeten Organismus, sondern ihr Einfluß läßt sich nicht nur oft deutlicher und charakteristischer während der Entwicklung, vor Abschluß des Körperwachstums nachweisen, er erweist sich auch ganz gewöhnlich verschieden beim Kinde und beim Erwachsenen. Überhaupt vorhanden ist die Einwirkung von Hormonen wahrscheinlich schon in sehr frühen Entwicklungsstadien. A. Fischel nimmt eine der späteren Beeinflussung durch innere Sekretion analoge Beziehung auf diffusivem Wege noch vor Ausbildung des Blutkreislaufes an. In je früheren Entwicklungsphasen die Einwirkung solcher ektropistischer Drüsen mit innerer Absonderung, resp. von Gruppen derselben, abnorm wird oder in Wegfall kommt, um so markanter muß die Vegetationsanomalie sich später am Gesamtorganismus ausprägen. Ob mit Rücksicht auf die innige Verbindung des fötalen mit dem mütterlichen Kreislauf auch die Hormone (in diesem speziellen Falle: Harmozone im Sinne von Gley) der Mutter heranzuziehen sind, wie es teilweise umgekehrt sicher geschehen muß, bleibe dahingestellt. Die Wirksamkeit der endokrinen Organe wird gewöhnlich auf chemische Verbindungen bezogen, welch letztere direkt auf dem Blutwege, in gewissen Fällen durch Vermittlung des Tonus besonders des vegetativen Nervensystems sich geltend machen. Stets interveniert der allgemeine und lokale Stoffwechsel. Endlich spielt auch die spezielle Organfunktion selbst mit. Das Letztere gilt für ek- und entropistische endokrine Organe.

Die übliche Einteilung in morphogenetische und funktionelle Hormonwirkung trifft für mich, wie aus dieser ganzen Arbeit hervorgeht, nicht den Kern der Sache: beides ist grundsätzlich nicht zu trennen. Aber natürlich kommen den Hormonen der ektropistischen innersekretorischen Drüsen am meisten morphogenetische Beeinflussungen zu. Sie dienen aber den Aufzugserscheinungen (der Entwicklungsarbeit) auch im funktionellen Sinne. Immer ist dabei zu berücksichtigen, daß, entsprechend dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, jeden negativen (unfreiwilligen) Vorgang ein mindestens ebensogroßer freiwilliger positiver begleiten muß, und daß alle Aufzugserscheinungen im Organismus möglichst große Leistungsfähigkeit (Arbeitsbereitschaft) bei möglichst kleinem Verbrauch anstreben, nicht umgekehrt. Der kleine Verbrauch dient bloß zur Bewahrung möglichst großer Leistungsfähigkeit. An anderer Stelle dieses Buches (vgl. S. 295) setze ich, v. Hößlin folgend, auseinander, daß in der Norm das Wachstum, ebenso wie die Leistungsfähigkeit (Energieumsatz), proportional $K^{2/3}$ gehen. Eine mit Steigerung bloß der inneren Arbeit (Herzschlag, Respiration usw.) verbundene Zunahme des Umsatzes unter dem Einfluß ektropistischer Hormone kann die Fähigkeit zu äußerer Arbeit nur beschränken. Denn Ruheverbrauch (innere Arbeit) und Arbeitsverbrauch (äußere Arbeit) stehen normalerweise im Verhältnis eines bestimmten Gleichgewichts.

Beispiele ektropistischer endokriner Organe in diesem Sinne sind Keimdrüsen, Hypophyse, Zirbeldrüse, Schilddrüse, Thymus.

Gewöhnlich wird gesagt, daß das innere Sekret z. B. der Glandula thyreoidea für eine große Reihe von Geweben einen dissimilatorischen Reizstoff bildet, indem

es einen verstärkten Stoffabbau und eine Steigerung normaler Tätigkeiten auslöst. Vor allem wird der Stoffwechsel, die Tätigkeit des Herzens und manche Teile des sympathischen Nervensystems sowie eine Reihe anderer endokriner Organe (Hypophyse) beeinflußt. In anderen Gebieten wiederum soll das Schilddrüsenhormon als assimilatorisches Hormon wirken (Förderung des Knochenwachstums, Einschränkung der innersekretorischen Pankreastätigkeit). Man läßt es unentschieden, ob diese „antagonistischen" Hormonwirkungen durch direkte Beeinflussung des Organchemismus oder indirekt unter Vermittlung des vegetativen Nervensystems zustandekommen. Besonders für den ersterwähnten Fall denkt man an zwei differente Reizstoffe.

Ich selbst glaube, daß die oben dargelegte Auffassung einfacher ist; um so mehr als die fraglichen entgegengesetzt wirkenden Reizstoffe nicht aufweisbar sind.

Es ist eine Erfahrungstatsache, daß die Thyreoideastoffe auf den kindlichen Organismus anders wirken, als auf den Erwachsenen. Kinder vertragen die per os in großen Quantitäten zugeführte Schilddrüsensubstanz weit besser als der Erwachsene. Greger[1]) hat gezeigt, daß bei ihnen selbst dauernde Verfütterung großer Mengen frischer Schilddrüsen bis zu 82 g keinerlei Beeinflussung des Allgemeinbefindens in bezug auf Körpergewicht und innere Arbeit (Puls, Respiration) erkennen läßt. Dasselbe wurde von anderen Autoren beobachtet[2]). Orgler[3]) wies nach, daß bei Kindern, die im N-Gleichgewicht in der Vorperiode sich befanden oder N-Retention gezeigt hatten, nach täglicher Zufuhr von 20—40 g frischer Schilddrüsensubstanz, sich höchstens eine geringfügige N-Unterbilanz einstellte; das Körpergewicht sank nicht, oder sehr wenig. Ich verweise endlich auf die Schilddrüsenkaulquappen Abderhaldens[4]), bei denen der hintere Teil des Leibes schmäler wird, „Geigenform" annimmt, die Hinterbeine sich mehr und mehr entwickeln, fast plötzlich auch die vorderen Extremitäten auftauchen. Ausfall der Schilddrüse bei jugendlichen Individuen hat auffallendes Zurückbleiben im Längenwachstum zur Folge, welch letzteres seine Ursache in mangelhafter endochondraler Verknöcherung hat. Ebenso kommt es zur mangelhaften Entwicklung der Geschlechtsorgane, ferner zu psychischer Minderentwicklung. Erwachsene Individuen müssen naturgemäß anders reagieren. Wiederholte, länger dauernde Zufuhr von Thyreoideastoffen bewirken bei ihnen Tachykordie, abweichende Sekretionen u. dgl., kurz Variation der „inneren Arbeit". Was an Entwicklungsarbeit (im engeren Sinne) beim Erwachsenen noch fortläuft, erscheint analog, wie beim kindlichen Organismus, beeinflußt: die Blutbildung, der Verkalkungsprozeß der Knochen usw. Fortfall der Schilddrüsenfunktion beim Erwachsenen wiederum hat, neben Herabsetzung des Gesamtstoffwechsels auf 50 bis 60% der Norm, vor allem trophische, die Haut betreffende Störungen zur Folge, sowie eine mehr oder weniger hochgradige Ablagerung von Fett im Körper. Diese Unterschiede der Wirkung von Thyreoideastoffen und des Ausfalls der Schilddrüse im wachsenden und ausgewachsenen Organismus liegen in der geänderten Aufgabe

[1]) Greger: Monatsschrift Kinderheilkunde I, 1902.
[2]) Vgl. Becker: Deutsche med. Wochenschrift 1895, Nr. 37.
[3]) Orgler: Zeitschrift f. exp. Pathol. V, 1. H., 1908.
[4]) Abderhalden: Arch. f. d. ges. Physiol., 162. Bd., 162. Bd., 1915.
J. F. Gudernatsch: Arch. f. Entwicklungsmechanik, 35. Bd., 1913.
B. Romeis: Ebenda 40. Bd., 1914; 38. Bd., 1913.
G. Cotronei: Arch. ital. de biol. Z. 61, 1915.
R. Hirsch-Blumenfeldt: Ztschr. exp. Patholol. Ther., 1918.

der Entwicklungsarbeit in den späteren Phasen des Individuallebens und stehen im Einklang mit den obigen Voraussetzungen.

In gedrängtester Kürze sei hier noch eine allgemeine Übersicht des Einflusses sämtlicher Blutdrüsen auf das menschliche Wachstum gegeben. Verlust der Keimdrüsen oder Hypoplasie derselben (Interstitialdrüse) in früher Jugend bewirken Hochwuchs mit großer Unterlänge, große Spannweite, kleinem Kopf. Mangelhafte Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale ist Regel, weibische Fettverteilung nicht selten. Der extreme Hochwuchs, mit dem wir es in der Klinik vielfach zu tun haben, erinnert ziemlich stark an gewisse Formen des Eunuchoidismus. Die Ursache des letzteren liegt in zwei Momenten: 1. im späten Schluß der Epiphysenfugen, 2. der begleitenden Überfunktion der Hypophyse. Ausfall der Hypophyse im jugendlichen Alter führt trotz Verzögerung des Epiphysenschlusses und der Knochenkernbildung zu Wachstumshemmung, zu hochgradiger Hypoplasie der Sexualorgane, besonders der Interstitialdrüse, und zu weibischer Fettverteilung im Körper. Die frühzeitige erhebliche Verminderung der Schilddrüsenfunktion, welche, wie wir sahen, ebenfalls Zwergwuchs (mit Verzögerung des Epiphysenschlusses) bewirkt, macht den Habitus „kretinoid". Die Geschlechtsorgane bleiben weniger zurück. Auch die Thymusdrüse ist ein Organ, welches in der Periode seiner Reifung (bis etwa zur Pubertätszeit) Knochenwachstum, Skelettverknöcherung und Keimdrüsenentwicklung beeinflußt. Überfunktion der Keimdrüsen, der Nebennierenrinde, sowie der Epi- und Hypophyse führt zu Wachstumsbeschleunigung, zu prämaturer Entwicklung, zu Überdimensionen im Kindesalter, zu vorzeitiger Ausbildung der Geschlechtsorgane, zu Riesenwuchs (der eventuell vorübergeht). Ich bin geneigt, den extremen Hochwuchs, den Gigantismus und Infantilismus, sowie den Lymphatismus hierher zu stellen.

Wie endokrine Organe, welche die Dynamogenese beeinflussen, durch chemische Korrelation im Phänotypus die Person in Mitleidenschaft ziehen, resp. wie die Induktion hier gleichgewichtsverschiebend wirkt, mögen folgende Beispiele zeigen. Das Adrenalsystem der Nebenniere (das Adrenalin) erzeugt (bei intravenöser Applikation) Blutdrucksteigerung (Vasokonstriktion, verstärkte Herztätigkeit), Beschleunigung der Herzschläge (nach Ausschaltung der Hemmungsnerven), bringt glatte Muskulaturen teils zur Zusammenziehung, teils zur Erschlaffung (Verdauungskanal, Harnblase, Genitalorgane, Haut, Bronchien, Auge), steigert die Absonderung gewisser Drüsen usw. Besonders erhöht es auch die Konzentration des Zuckers im Blut (Erregung peripherer sympathischer Nervenendigungen in der Leber) und macht Glykosurie. Das Adrenalin erregt dabei jenen nervösen Regulationsapparat des Kohlehydratumsatzes, welchen das Pankreas hemmt. Das ständige Kreisen desselben im Blute ist ganz allgemein die Bedingung des normalen Tonus des Sympathikus. Das Pankreas wiederum liefert ein Hormon, welches auf den die Zuckerausschüttung in der Leber regulierenden nervösen Apparat hemmend wirkt. Bei Wegfall der Pankreasfunktion fehlt dieser hemmende Einfluß. Das vorhandene bzw. neugebildete Glykogen wird rasch abgebaut und dem Blute zugeführt, das Ergebnis ist abermals Hyperglykämie. Letztere (die Zuckerbildung wird übrigens auch noch von der Schilddrüse, der Pars intermedia der Hypophyse, den Keimdrüsen abgeändert), ist also in beiden hier angeführten Fällen ein Reizsymptom, die Norm entspricht einem Gleichgewicht der beiden Regulationsapparate. Dieses Gleichge-

wicht wird nicht bloß durch Pankreasaffektionen, sondern auch durch gewisse zerebrale Herderkrankungen verschoben.

Ein anderweitiges Beispiel chemischer Korrelation sei durch die Beziehungen zwischen branchiogenen Organen sowie dem Hirnanhang und anderen Blutdrüsen auseinandergesetzt. Die endokrinen Organe erscheinen hier wie auch sonst als ein organisches System, dessen Verbindung interhumoral oder durch das vegetative Nervensystem hergestellt ist. Man darf jedoch nicht ohne weiteres annehmen, daß darin eine Blutdrüse die andere einfach kompensatorisch zu ersetzen vermag. So kann eine Herabsetzung der negativen Funktionen von verschiedenen endokrinen Organen her zustandekommen (Ausschaltung der Schilddrüse, Reduktion der Hypophyse), aber Myxoödem und hypophyäre Dystrophie sind doch ganz verschiedene Dinge: jede Drüse mit innerer Sekretion hat eben ihre spezielle Aufgabe. Erschwert ist das Urteil über die Stellung einer Blutdrüse in der ganzen Gruppe dadurch, daß zwischen Beeinflussungs- und Erfolgsorgan vielfach eine ganze Reihe anderer Gewebe eingeschaltet ist, wodurch die schließlich resultierende Funktionsänderung oft stark verschleiert wird, und daß die Beziehungen in der Gruppe ähnlich sich verhalten mögen wie die Haut- oder Retinaelemente, so daß noch eine Art von Simultankontrast mitspielt. Auch darf man hier nicht etwa die Nebennieren allzu sehr in den Mittelpunkt stellen, um den sich alles dreht. Dies ergibt sich nicht bloß aus den natürlichen Krankheitsbildern, sondern auch aus experimentellen Syndromen, deren Zusammenhang man bereits besser überblicken kann. So wurde z. B. auf Grund der von Meyer gemachten, von Kahn u. a. bestätigten Beobachtung, daß der Zuckerstich nur bei Vorhandensein der Nebennieren Glykosurie erzeuge, geschlossen, daß die Piqûre nicht direkt durch Reizung der zur Leber ziehenden Splanchnicusfasern zuckermobilisierend wirke, sondern nur auf dem Umweg über die Nebennieren und unter Zwischenschaltung des Adrenalins (Kahn und Starkenstein, Waterman und Smit u. a.). Trendelenburg und Fleischhauer haben aber jüngst gefunden, daß, falls es hierbei zu einer Adrenalinmehrsekretion kommt, diese zu gering ist, um für sich Glykosurie herbeizuführen, und suchen demgemäß das ausschlaggebende Moment bei Zustandekommen der Zuckermobilisierung nach der Piqûre in der direkten Erregung der Leberzellen. In meinem Laboratorium konnte ferner Jarisch zeigen, daß die histologische Untersuchung des Nebennierenmarks eine Beteiligung der Nebennieren außer der direkten Sympathikuswirkung am Zustandekommen der Piqûre-Glykosurie nicht annehmen läßt. Die nach wirksamem Zuckerstich herausgenommenen Nebennierenpaare zeigen gute Chromierung, die nach Exstirpation der einen Nebenniere und Piqûre in der anderen Nebenniere auftretenden Veränderungen sind nicht auf den Zuckerstich, sondern auf die zur Anwendung kommenden sonstigen Eingriffe zu beziehen.

Die ebenso interessanten wie weittragenden Stoffwechseluntersuchungen Faltas, Eppingers und ihrer Wiener Mitarbeiter haben eine physiologische Korrelation zwischen Glandula thyreoidea, Pankreas (Inselapparat) und chromaffinem Gewebe wahrscheinlich gemacht, über deren nähere Bedingungen wir jedoch noch nicht vollständig unterrichtet sind (vgl. bezüglich des Gegensatzes von Pankreas und Nebennieren die Bedenken von G. Bayer, bezüglich der Reziprozität von Thyreoidea (Beischilddrüsen) und Nebennieren gewisse Divergenzen zwischen mir und Hirsch einer-, Falta-Eppinger anderseits und andere Schwierigkeiten). Es wurde daran

gedacht, daß vermehrte Tätigkeit des Inselapparates die Funktion des chromaffinen Gewebes oder der Thyreoidea hemmt und umgekehrt. Nach Falta könnte es ferner auch sein, daß sich Adrenalin und Pankreashormon in der Leber gegenseitig beeinflussen, das eine Glykogen abbauend, das andere aufbauend. Verstärkte Tätigkeit des einen würde die Balance zwischen beiden Blutdrüsen stören. In betreff der Korrelation zwischen Thyreoidea und Pankreas hat Falta endlich noch angenommen, daß verstärkte Tätigkeit der Thyreoidea größere Anforderungen an die Inselapparatfunktion stellt. Kommt letzterer nicht nach, so resultierte Störung des Gleichgewichts.

Die Rolle der soeben auseinandergesetzten Korrelation spielt, wie wir gesehen, in der Diabeteslehre eine Rolle. So wichtig die Auffassung der diabetischen Hyperglykämie als Reizzustand bzw. als Folge einer Zuckerausschüttung auch für die Praxis bereits geworden ist, darf man doch nicht außerachtlassen, wieviel Hypothetisches und wie manches Widerspruchsvolle dieser Auffassung besonders dann noch anhaftet, wenn man sich darauf verläßt, daß der Ausfall des (vom Vagus beherrschten) wirksamen Pankreasprinzipes, das in der Norm der Adrenalinmobilisierung entgegenwirkt, eigentlich bloß einen Nebennierendiabetes hervortreten macht (wobei in Wirklichkeit z. B. der Blutdruck des Diabetikers nicht erhöht ist, usw.).

Hinsichtlich der Beziehung zwischen Glandula thyreoidea und Nebennieren wäre noch zu erwähnen der Nachweis einer adrenalinartigen Wirkung des Blutes der Basedow-Kranken. Zuerst haben ich und Friedenthal die Beobachtung gemacht, daß das Serum von Basedow-Kranken pupillenerweiternd wirkt auf das herausgenommene belichtete Froschauge. Bei Versuchstieren, denen frischer Schilddrüsen-Preßsaft ins Blut gespritzt worden war, konnten wir neben dieser Reaktion auch chemisch die Anwesenheit von Adrenalin im Blut wahrscheinlich machen. A. Fraenkel hat dann mit einer schärferen Methode am überlebenden Uterus im Basedowblut hochgradig gesteigerten Adrenalingehalt gefunden. Mit Hilfe des Froschdurchspülungsverfahrens wiesen später noch Trendelenburg und Bröking eine Vermehrung des Adrenalingehaltes im Blutserum bei Morbus Basedowii bis zur zwei- und vierfachen Menge der Norm nach, während das Serum in Fällen von Kropfherz gewöhnlich sich verhielt. Nachdem aber Gottlieb und O'Connor darauf hingewiesen hatten, daß die adrenalinartige Serumaktivität teilweise auf erst bei der Blutgerinnung ins Serum gelangende Stoffe zu beziehen ist, habe ich meinen Mitarbeiter Retzlaff zu einer erneuten Untersuchung des Adrenalingehaltes im Oxalatplasma des Basedowblutes veranlaßt (Froschdurchspülungsmethode). Umstehend eine tabellarische Zusammenstellung der im positiven Sinn zu deutenden Ergebnisse.

Gewiß kann man, wie Falta und Flemming mit Recht urgieren, Über- und Unterfunktionszustände des chromaffinen Systems nicht allein aus der adrenalinartigen Wirkung des Blutes beurteilen. Das mag insbesondere auch zugegeben sein bei Adrenalinarmut des Blutes. Unsere Erkenntnisquellen sind hier noch zu beschränkt. Die Identifizierung des Sympathikustonus mit der „Adrenalinladung" haben zu der Annahme geführt, daß das Adrenalin im Nerven fortwandert. Lichtwitz' einschlägige Angaben haben aber keine Zustimmung gefunden. In Tierexperiment haben wir ja, wie an anderer Stelle dieses Berichtes ausgeführt wird, noch andere Mittel, die Nebennierenfunktion zu beurteilen. Bedeutungslos wird aber dadurch das Verhalten des Blutes durchaus nicht, selbst nicht im Falle eines negativen Ausfalls der biologischen Methoden des Adrenalinnachweises.

Vasokonstriktorischer Effekt des Oxalatplasmas von Basedow-Kranken. 2 Fälle von Struma. Tierversuch.

	Krankheit	Oxalatplasma Verdünnung	Menge	Tropfenzahl vor	nach der Injektion
Frau Sch.	Basedow	10 „	1 ccm	30	13 — 16 —
			2 „	24	7 — 12 — 14
Frau R.	„	10 „	2 „	20	7 — 9 —
			1 „	22	13 — 14 —
Frau M.	Struma	10 „	1 „	42	31 —
				31	10 — 14 —
Frl. M.	operierte Basedow	10 „	1 „	38	38 — 40 — 39
Frau D.	Basedow	10 „	1 „	22	14 —
				14	6 —
Frau G.	Struma	10 „	1 „	29	29 — 29 —
		2 „	1 „	28	28 —
Herr R.	Basedow	10 „	1 „	28	26 — 27 —
		2 „	1 „	24	20 — 22 — 24 —
Frau X.	„	10 „	1 „	20	3 — 3 — 6 —
		20 „	1 „	32	6 — 10 — 16 — 21
		100 „	1 „	24	12 — 15 —
Kaninchen, dem 5 Stunden vor der Entblutung Schilddrüsenpreßsaft intravenös verabfolgt war		10 „	1 „	kein Effekt	
		2 „	1 „	starke Verlangsamung des Tropfenfalls	

Gottlieb, sowie Asher und Flack sprechen von einer Sensibilisierung der Erfolgsorgane für das Adrenalin unter dem Einfluß der Schilddrüsenstoffe. Für die Lehre von der Korrelation der beiden in Betracht kommenden endokrinen Drüsen könnte dies am Ende akzeptabel sein. Aber liegt darin nicht eine, vielleicht überflüssige Häufung der Hypothesen? Wir haben es dann im Hyperthyreoidismus nicht mehr mit diesem schon genug komplizierten Syndrom allein, sondern auch noch mit der Bereitschaft der Erfolgsorgane zu tun. Und dies alles, wo noch über den eigentlichen Angriffspunkt selbst des Adrenalins gestritten wird!

Ich darf aber auch nicht verhehlen, daß verschiedene Untersucher sich bisher nicht mit Sicherheit von der Vermehrung des Adrenalins wenigstens im Nebennierenvenenblut nach Injektion von Thyreoidextrakten und von einer konsekutiven Verarmung der Nebennieren an Adrenalin durch das direkte Experiment zu überzeugen vermochten (Gley).

Ein anderer meiner Mitarbeiter, F. Munk, fand regelmäßig bei mit Schilddrüsenextrakten und Präparaten behandelten Versuchstieren eine Verarmung der Nebennierenrinde an Lipoiden bis zum annähernd vollkommenen Schwinden derselben. In einem gewissen Grade war dies auch feststellbar, wenn die Tiere 6—24 Stunden nach der Injektion des Extraktes getötet wurden. Bei Kaninchen zeigte sich in diesem Fall auch eine Mobilisierung des normalerweise vorhandenen Pigments. Andere Gewebsextrakte und Präparate wiesen einen solchen Einfluß nicht auf.

Endlich sind noch einige Bemerkungen zu machen über den Zusammenhang zwischen Schilddrüsenapparat, Hypophyse und den Keimdrüsen. Bei Morbus Base-

down finden sich wenigstens bei weiblichen Patienten sehr häufig Veränderungen an den Genitalien (profuse Menstruation oder auch Abnahme derselben, frühes Zessieren, nach Cheadle, Askanazy Atrophie der Genitalien). An Morbus Basedowii leiden ja bekanntlich überhaupt viel mehr Weiber als Männer. Bei der Pubertätsentwicklung, gelegentlich der Defloration, in der Gravidität schwillt die Schilddrüse an. Ebenso im Klimakterium, nach der Kastration. Das Gleiche gilt für Myoma uteri und endlich für Chlorose (Chvostek). Die experimentellen Untersuchungen von Engelhorn haben vielleicht für diese Dinge eine gewisse experimentelle Unterlage geschaffen. Die Hypophyse vergrößert sich erfahrungsgemäß in der Schwangerschaft und nach der Kastration. Die Schwellung der Corpora cavernosa der Nase, die Anschwellung der Brüste, die Abnahme oder die Zunahme der Behaarung, Osteophytenbildung, eine gewisse Vergrößerung der Acra in der Schwangerschaft ist man auf eine Funktionssteigerung der glandulären Hypophyse zu beziehen geneigt. In Frankreich will man den sogenannten Späteunuchoidismus als Dysthyreoidie auffassen (Gandy). Im Krankheitsbilde der Akromegalie finden sich sehr frühzeitig Störungen der generativen Funktionen. Die äußeren Genitalien erscheinen oft voluminöser, während die inneren Geschlechtsteile regressive Veränderungen aufweisen. Bei der hypophysären Dystrophie findet sich Entwicklungshemmung der Geschlechtsorgane und der sekundären Geschlechtscharaktere, Impotenz, Amenorrhöe, fehlende Libido (Ausnahmen kommen vor), bei Erkrankung geschlechtsreifer Individuen kann die Potenz erlöschen und die Menses zessieren usw.

Hinsichtlich der einschlägigen Syndrome von pluriglandulärer Insuffizienz verweise ich auf die Arbeiten von H. Claude, L. Rénon (teilweise mit Delille) und von Falta (letzte Zusammenstellung in dessen hier öfter zitiertem Werk[1])).

Bindesubstanz.

Die Bindesubstanzen betreffend, ist schon das lockere fibrilläre Bindegewebe das verbreitetste Gewebe des ganzen Körpers (Lederhaut, Unterhautgewebe, fibröse Kapsel der Organe, interstitielles Bindegewebe als Stütz- und ernährendes Gewebe). Leider gibt es keine Physiologie desselben.

Die Ansicht Virchows, daß die Interzellularsubstanzen als Produkte von Zellen kein eigenes Leben haben, wurde von ihm so ausgelegt, daß z. B. speziell in den Stützsubstanzen der Stoffwechsel auf den Zellen beruht. Wir schließen uns heute der Ansicht derjenigen an, die in den Interzellularsubstanzen nicht Sekrete, sondern umgewandeltes Protoplasma sehen und annehmen, daß die Interzellularsubstanz, mag sie sich auch in letzter Linie ableiten vom Leibe der Zellen, nachher, außerhalb desselben, durch weiteres Wachstum im Volum vermehrt und durch besondere Strukturdifferenzierung umgestaltet wird[2]). Auch die Bindesubstanzen haben eigenen Stoffwechsel durch Austausch mit der umgebenden Gewebslymphe. Die allgemeine korrelative Bedeutung des Bindegewebes (der Stützsubstanzen) liegt nun meines Erachtens darin, daß ihm, wie M. Heidenhain betont, auch eine gewisse Erregbarkeit und Aktivität (Selbstspannung) zugeschrieben werden muß, wofür der adäquate Reiz Druck und Zug wäre. Dazu käme ferner eine Rolle im Wasserhaushalt. Auch Formwechsel spielt hier eine große Rolle (funktionelle Gestalt der Knochen).

[1]) F. Kraus: Deutsche med. Wochenschrift 1913, Nr. 40.
[2]) Vgl. M. Heidenhain: Plasma und Zelle I. Jena, Fischer.
J. Schaffer: Ztschr. f. wissenschaftl. Zool., 70. Bd., 1901; 80. Bd, 1906.
W. Biedermann: Ztschr. f. allgem. Physiol., 2. Bd., 1902.

Was wir bisher von Korrelationen in Betracht gezogen, enthielt Hinweise auf die genotypische Konstitution, auf das originäre Ganze des Organismus vorwiegend nur insofern, als die einheitliche Verkettung im Organismus überhaupt nicht ausschließlich phänotypisch, d. h. nach den realisierten persönlichen Merkmalen beurteilt werden kann. Die systematische Verknüpfung ist erst damit gegeben, daß hier alles genotypisch angelegt und räumlich-zeitlich bestimmt ist (vgl. S. 207). Am meisten hat sich dies bisher bei den Hormonen gezeigt, deren formative Beeinflussung dem Phänotypus durch korrelative Differenzierung die spezielle Ausgestaltung und Ausreifung, das terminale arts-, alters- und geschlechtsgemäße Gepräge, die „Kompositionsharmonie" verleihen. Ein Unterschied zwischen genotypischen Ursachen und Bewirkung durch endokrine Organe braucht, wenigstens absolut, gar nicht mehr gemacht zu werden, da Körperreife und Reife der endokrinen Organe in Abhängigkeit voneinander stehen, resp. da der erbliche Anlagenbestand die Reifung der Blutdrüsen für sich bestimmt und die letzteren bloß idioplasmatische Leistungen modifizieren, und zwar wie das genotypische System zusammen mit äußeren Bedingungen. Vor allem aber haben wir (vgl. oben S. 230) in der für jede Art spezifischen Kombination von Fermenten ein direkt ausschlaggebendes Merkmal der Spezies, maßgeblich für die Artkonstanz und für die individuelle Entwicklung, gesehen. In diesem besonderen Zusammenhange sei nur noch auf die adaplative Rolle bestimmter synergischer Katalysatoren hingewiesen. Die grundlegenden einschlägigen Tatsachen verdanken wir J. P. Pawlow und E. Abderhalden, sowie deren Mitarbeitern[1]). Letzterer und seine Schüler haben insbesondere gezeigt, daß ganz allgemein bei parenteraler Zufuhr von körper-, resp. blutfremden Eiweißkörpern, Peptonen und Kohlenhydraten (Rohrzucker) neue Fermente erscheinen im Plasma und Serum, die demselben, im Gegensatz zu den normalen Verhältnissen, es ermöglichen, solche Verbindungen zu spalten und ihnen damit den art-(individual-)fremden Charakter zu nehmen. Analoge Veränderungen des Blutes lassen sich dann auch enteral (Überschwemmung des Darmkanals mit denselben Stoffen) bewirken. Weinland hat speziell gezeigt, daß mehrwöchentliche Milchfütterung bei erwachsenen Hunden, bei denen die Laktase aus dem Pankreas und Darmsaft verschwunden war, ein Neuauftreten bewirkt. Durch längerdauernde subkutane Zufuhr von Rohrzucker rief er Inventase im Blute hervor. A. v. Tschermak, der im Zusammenhang mit seinen anderen einschlägigen Arbeiten über Adoptation auf den Gegenstand gelenkt wurde, machte Versuche über die Bildung von Verdauungsfermenten nach längerdauernder enteraler Zufuhr von Inulin und Lichenin bei Herbivoren (Kaninchen). Drei Wochen bis 6 Monate fortgesetzte Fütterung mit Topinamburknollen bewirkte das Auftreten

---

[1]) J. P. Pawlow: Vgl. S. 344.

E. Abderhalden: Schutzfermente des tierischen Organismus, l. c. Lehrb. der physiol. Chemie Berlin u. Wien 1906. Handb. der biochem. Arbeitsmethoden 5, 1911. Med. Klinik 1909. Zentralbl. f. Physiologie, 23. Bd.

Abderhalden-Brahm: Ztschr. physiol. Chemie, 64. Bd.

A. und Kapfberger: ibid., 69 Bd. u. a.

Vgl. auch E. Heilner: Ztschr. f. Biologie, 56. Bd., 1911. Ztschr. f. Biol., 50. Bd., 1907, 86. Bd., 1911.

L. Michaelis und Oppenheimer: Arch. f. Anatomie, Physiol., physiol. Abt., Suppl. 1907.

A. v. Tschermak: Biochem. Zeitschrift, 45. Bd., 1912, Münchn. med. Wochenschr. 1903.

E. Weinland: Ztschr. f. Biol., 38. Bd., 1899; 40. Bd., 1900.

respektive wenigstens eine Verstärkung von fermentativer Inulinspaltung. Auch mit isländischem Moos Tage und Monate hindurch gefütterte Kaninchen verhielten sich ähnlich. Es ist das Sekret (bzw. das Glyzerinextrakt) des Pankreas, dem diese Fähigkeit zuzuschreiben ist. Allerdings ist etwa bei der Hälfte auch normal gefütterter Tiere schon Inulinase und Lichenase nachweisbar (Darmschleimhaut, Pankreas).

Bezüglich der Art des Zustandekommens der adaptiven Fermentbildung bei enteraler und parenteraler Zufuhr verweise ich auf die Rolle, welche nach dem Früheren (vgl. S. 230) die Fermente als Repräsentanten der Eigenart, bzw. der genotypischen Konstitution spielen. Wie bei der Entwicklung überhaupt Fermente eingreifen, beginnt speziell die Bildung von Verdauungsfermenten schon in gewissen Stadien des Embryonallebens, dann, wie Tschermak sagt, anpassungsweise abgestuft, vor allem natürlich in der Periode selbständiger Nahrungsaufnahme. Nicht bloß die Verdauung, sondern die artgemäße Fermentkombination überhaupt erweist sich als spezifisches antitoxisches Schutzsystem gegen Antigene im weitesten Sinne. Die Herbeischaffung der Gegenkörper beim Immunisierungsvorgang bedarf somit keiner völlig außerhalb des Rahmens des Stoffwechsels fallender besonderer Mechanismen. Ich erinnere in diesem Zusammenhang nochmals an die Gährungsversuche Rubners (vgl. S. 119). Indem Rubner die Menge des vergorenen Zuckers bei der Alkoholgährung feststellte und die entwickelte Wärme bestimmte, mußte er schließen, daß teilweise der Zucker auch durch den Lebensprozeß selbst zerlegt wird. Denn er fand, daß die Hefe überhaupt keine andere Wärme bildet, als sich aus der Zuckerzerlegung ableiten läßt. Auch wird tatsächlich nie soviel Ferment vorgebildet, als zur Zerlegung des von der lebendigen Hefe zerlegten Zuckers notwendig wäre[1]). Also wirken zum mindesten bei der „Entwicklungsarbeit“ Idioplasma und freies Ferment zusammen. Die Arteigenheit ist in die Reaktion einbezogen, obwohl die Zymasegährung eine „unabhängige“ Fermentreaktion ist. Mit Rücksicht auf diese „Gebundenheit“ der Fermente verliert auch die Unterscheidung von humoraler und zellulärer Immunität wenigstens grundsätzlich an Schärfe, beide spielen sich im Rahmen normaler biologischer Vorgänge ab, welche Beziehungen haben zum originären Ganzen des Organismus.

E. Der variable physiologische Zustand.

Der physiologische Zustand kann erstlich a origine die Reaktionsweise bestimmen. So gilt z. B. die sexuelle Differenzierung schon auf der Protistenstufe, obwohl davon morphologisch nichts zu bemerken ist, als organische Elementarerscheinung. Provazek[2]) spricht direkt von männlichen und weiblichen Zellfunktionen. Die ersteren werden besonders manifest bei Teilung (Strahlungen) und Bewegung (Cilien, Flagellen) und sind durch die schon erwähnte Fähigkeit zur Überführung des Plasmakolloids aus der Sol- in die Gelphase charakterisiert, letztere durch Anlegung von Reserven usw. Auch die Giftresistenz ist verschieden nach der sexuellen Differenzierung. Waben- resp. Granulastruktur gilt als ein primitives, Muskulatur als ein

[1]) M. Rubner: Arch. f. Hygiene, 49. Bd., 1906. Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkohol. Gährung. Leipzig 1913

[2]) S. v. Provazek: Einführung in die Physiologie der Einzelligen. Leipzig u. Berlin 1910.

höheres Aktionssystem. Andererseits wiederum wirkt das Funktionieren selbst zurück auf die Organisation.

Indem wir unter den gewöhnlichen Bedingungen der Praxis eine aus dem Körperbau, wie er sich uns als fertig darstellt, folgende Beschränkung auf stereotype (Tropismen und) Reflexe annehmen zu müssen glauben, haben wir uns zu sehr an die Formel: gleicher Reiz, gleiche Reaktion, gewöhnt. Vor allem in der Klinik begnügen wir uns vielfach damit, ebenso wie den Durchschnittsmenschen, die einzelne durchschnittliche Funktion für sich ins Auge zu fassen und ihr ein generelles Maß, das mittlere Verhalten des erwachsenen Menschen, zugrunde zu legen.

Daß der physiologische Reizeffekt keine bloße Umsetzung zugeführter Reizenergie ist, wurde wiederholt betont. Die Lebensbedingungen und alle Veränderungen von solchen, das sind eben sämtliche Reize, stehen vielmehr in betreff der ausgelösten Wirkung, abgesehen von der spezifischen Energie der in Betracht kommenden lebendigen Substanz, nach Richtung, Qualität und Quantität in wesentlicher Beziehung zu fortwährenden inneren Veränderungen, welche man als den jeweiligen physiologischen Zustand des vitalen Systems zusammenfassen kann. Diese physikalischen, chemischen, ja selbst in der Dauerstruktur sich ausprägenden Zustandsänderungen haben ihre Ursache im Ablauf des Stoffwechsels, der „Stimmung“ (Sensibilisation vgl. o. S. 236), der Anwesenheit gewisser aktiver Stoffe (Katalysatoren), dem Tonus von Nerven und Muskeln, der Wirkung von Hormonen, der Atmung usw.

Zunächst einige Beispiele von rein (vorwiegend) physikalischen und physikalisch-chemischen Abweichungen. Mit dem Alter einer (Protisten-) Zelle gewinnen die Oberflächenenergien (Oberflächenentwicklung) die Übermacht und drängen andere wichtige Faktoren zurück (Abrundung des Tieres, kleinere Cavula). Als Emulsion von Lipoiden und Eiweißstoffen verliert das Protoplasma unter dem Einfluß von lipoidlöslichen Giften die „innere Strukturspannung“, das Zellvolum vergrößert sich. Die strukturbildenden Lipoide in Membranen und Plasma bilden auch den Angriffspunkt für die Narcotica. Das Alter spielt dabei gleichfalls eine modifizierende Rolle. Rein chemisch ist der raschere Tod von Protozoen in Atropin-Strychninlösungen bei 30° C als bei 20°. Säuren schützen vor dieser Giftwirkung, Alkalien beschleunigen den Effekt. Mikroskopisch fixierbare Veränderungen werden durch die R. Hertwigsche Kernplasmareaktion (Depressionszustand), die spezielle Hungerdestruktion gewisser Protozoen bezeichnet[1]). Die Muskulatur arbeitet nicht bloß stärker oder schwächer nach dem Ernährungszustand; es liegen überhaupt keine stereotyp funktionierenden Maschinenteile vor.

Die Reize selbst modifizieren das Abhängigkeitsverhältnis aller Teilprozesse des gesamten Lebensvorganges. Jeder Reiz, besonders jeder Dauerreiz, bewirkt einen neuen Zustand, für welchen er zur Lebensbedingung wird. Und das bezieht sich nicht bloß auf den Funktionscharakter der differenzierten Teile. Zur Entwicklung gehörende „innere“ Reize und Umweltfaktoren modifizieren auch die mit bestimmten fixierten und systematisch verbundenen Erregungsdispositionen vererbte spezifische Art der Reaktionsnorm gegenüber der gesamten vorliegenden Bedingungskonstellation während der Dauer der Individualitätsphase. Jede herausgegriffene Entwicklungsperiode ist gewissermaßen schon ein besonderer allgemeiner physio-

---

[1]) R. Hertwig: l. c.

logischer Zustand, eine Plasma„stimmung". Die sogenannte Spontaneität ist nur Ausdruck eines solchen: sie umfaßt funktionelle Leistungen ohne erkennbare direkte äußere Reize. Der physiologische Zustand betrifft somit ebensowohl die Teile, wie das originäre Ganze des Organismus.

Auf diese Weise neigt der Lebensprozeß zu fortwährenden Veränderungen. Jeder physiologische Zustand ruft einen anderen hervor, womit auch die Beziehungen zu den Umweltfaktoren immer wieder wechseln. Die Auf- und Ablösung der physiologischen Zustände als konstitutioneller Faktor vollzieht sich nach art- und individualgemäßen, aber wiederum noch teilweise variablen Regeln. Besonders die Wiederholung des Prozesses macht dieselben — durch dauernde chemische Veränderung gewisser aktiver Stoffe — prompter.

Jede lebendige Substanz ist schon danach im Besitz einer ganzen Anzahl von Funktionsmöglichkeiten. Maßgebend für ihre Ausbildung und Äußerung sind die inneren und äußeren Lebensbedingungen. Sehen wir aber von der an letztere geknüpften Energiespeicherungen in der lebendigen Substanz und vom „Aufzug" der Entwicklungsarbeit im Moment der Befruchtung ab, ist die bloße Lebensbetätigung nie einfach Effekt der zufälligen allerletzten äußeren Reizwirkungen. Bei Besprechung der Vitalreihen müssen wir auf diese Dinge nochmals zurückkommen.

Am meisten interessiert uns hier das artgemäße, d. h. in allen Körperteilen des Speziesexemplars in gleicher Weise ablaufende Geschehen, das Verhalten des Gesamtorganismus. Wir haben es da mit beständigeren oder nur gewissen Perioden eigentümlichen Zustandseigenschaften zu tun. Spezielle angeborene Anlagen und erworbene Dispositionen jedes Individuums einer Art, von Amoeben und Bakterien bis zu den niederen Metazoen, ja bis zu den höchsten Wirbeltieren spielen in der Tat eine große Rolle. Der Unterschied in der Abhängigkeit der individuellen Reaktionsweise vom physiologischen Zustand kann soweit gehen, daß die Reaktion auf den gleichen Reiz einen völlig entgegengesetzten Sinn bekommt. Dasselbe Artexemplar reagiert gegebenenfalls erst negativ und dann positiv oder umgekehrt. Es gibt einen vorübergehenden und einen bleibenden Wechsel des Reaktionstypus.

Ganz besondere Beachtung verdienen in der Organisationslehre schwache, inadäquate, von M. Verworn[1]) als metamorphosierende bezeichnete (im Sinn der modernen Erblichkeitslehre „modifizierende") Reize (Alkohol z. B.), welche nicht bloß die gewöhnliche Intensitätsänderung des spezifischen Lebensvorganges innerhalb des Individuums, sondern nach und nach qualitative Abweichungen bewirken, so daß ein — experimentell bisher noch wenig analysiertes — fremdes chemisches Geschehen in den Gewebselementen resultiert. Die (adaptative) Massenzunahme von Organen möchte ich selbst aber nicht hier beziehen. Neben der stets oberhalb des nicht mehr arbeitsfähigen definitiven chemischen Gleichgewichts stehenbleibenden Überführung des organischen Systems aus der einen in eine andere dynamische Gleichgewichtslage durch fremde Kräfte (Adaptation, weil sie die lebendige Substanz in einer gewissen Breite vor Erschöpfung schützt), interessieren auch in der allgemeinen Pathologie speziell noch Reizgewöhnung und Ermüdbarkeit (Verlängerung des Refraktärstadiums bei Reizung und Verminderung des Reizerfolges für folgende Reize), wobei ebenfalls qualitative Unterschiede des spezifischen Stoffwechsels platzgreifen. Ferner

[1]) M. Verworn: Erregung und Lähmung. Fischer. 1913.

die Periodizität des Organlebens und der organischen Individuen. Endlich auch noch die Folgen einer Interferenz der Reizwirkung, wo der veränderte Zustand, indem sich die lebendige Substanz bis zum vollständigen Abklingen der Erregung befindet, die Grundlage abgibt, auf welcher sich der neue Effekt eines folgenden Reizes aufzusetzen hat. Hierher gehören nach der Zusammenstellung Verworns Summation und Hemmung der Erregung, der Tonus. Dementsprechend muß sich die Ablösung eines physiologischen Zustandes durch eine zweite reaktive Phase in oft sehr wechselnder und überhaupt komplizierter Weise vollziehen. Ich selbst möchte noch in diesem Zusammenhang auf die Bahnung hinweisen, ferner auf die (organischen) Assoziationen, die Kombinationen der Pawlowschen bedingten Reflexe, die Hemmungsvorkehrungen usw.

Spezielle physiologische Zustände, welche die Entwicklungsarbeit variieren und modifizieren, haben wir bereits kennen gelernt in den Verschiedenheiten des (artplasmatischen) Stoffwechsels beim Wachsen, in der Restitution nach dem Hungern, in der Rekonvaleszenz, im Infekt, in der Anaphylaxie, im Aufgeben des Flächenprinzips (Oberflächengesetzes) nach starken Eiweißverlusten usw.

Wichtige individuelle Abweichungen weisen jene Hauptreaktionstypen auf, welche man als „Verhalten", als „Gewohnheiten" u. dgl. der niedersten und der höheren und höchsten Organismen zusammengefaßt hat. Ihnen liegen gleichsinnige Erregungsbeziehungen einer durch den Genotypus verknüpften Reihe von Einzelgliedern als integrierter Reaktionsgemeinschaften, gegensinnige Kontrastwirkungen der Teile von Syndesmen oder Systemen, wechselseitige Tonusbeeinflussungen, Ladung mit Produkten der inneren Sekretion, Bahnung oder Hemmung von Reflexen usw. zugrunde. Die einschlägigen Zustandseigenschaften sind für die Art- und das Speziesexemplar charakteristisch. Ihre prompte Auf- und Ablösung ist es, die den Grad von Stabilität ermöglicht, welche durch die ineinandergreifenden Erhaltungsfunktionen gewährleistet ist, und die ich selbst im wesentlichen der Gesamtkonstitution zugrunde legen möchte.

In den Vordergrund wurden hier gewöhnlich die Gemeinschaftsbewegungen („Handlungen") gestellt. Aber eine genauere Analyse derselben führt auf manche anderweitigen, ebenso wichtigen komplexen Reaktionsweisen: Trophische Einstellung, vasomotorisches Verhalten, Wachstum usw.

Die allgemeinste Charakteristik des Verhaltens unterscheidet zwischen positiver und negativer, zwischen ek- und entropischer Reaktion. Immer läuft es auf Individualerhaltung, auf Orientierung und auf Analyse, resp. auf Beherrschung der Außenweltsfaktoren hinaus. Hier werden wir das Hauptmaterial finden für unsere Vitalreihen. Zu Beginn des Extrauterinlebens ist es sozusagen ausschließlich der physiologische Zustand, sofern er mit der tropistischen Unterschiedsempfindlichkeit begabt ist, der neben einer Reihe von Entwicklungsarbeiten und Betriebsreaktionen innerhalb des Individuums zunächst „blinde" Körperbewegungen hervorruft, welche für sich erst dazu führen, „äußere" Sinnesreize zu erfahren und auseinanderzuhalten.

Gewisse physiologische Zustände sind für die klinische Anthropologie von besonderer praktischer Bedeutung. Zunächst sind hier solche zu erwähnen, welche von vorübergehenden oder dauernden Veränderungen der äußeren Umgebung (atmosphärische Einflüsse wie Temperatur, Druck, gewisse Winde, Feuchtigkeitsgrad,

Besonnung) abhängen. Eine radikale Änderung des Wohnortes, etwa wie die Versetzung aus den Tropen in ein kaltes Klima bewirkt beim Menschen neben anderen Akklimatisationserscheinungen auch eine Änderung der Nutrition: gesteigertes Nahrungsbedürfnis, neue trophische Erfahrungen, statt des alten einen neuen Appetit auf Fleisch und Fett.

Eine weitere Gruppe bilden allgemeine Körperzustände, welche nach außen charakterisiert scheinen durch wichtige Einzelfunktionen: Ernährung und Verdauung, aufrechte Haltung, Lokomotion und Muskelarbeit, Ruhe und Schlaf, die Perioden der generativen Tätigkeit, die Denkarbeit usw.

Wenigstens andeutungsweise erwähne ich das Beispiel der sexuellen Konstitution. Nachdem unter den Kastrationsfolgen anderweitig greifbare Änderungen des physiologischen Zustandes im allgemeinen Stoffwechsel, im Verhalten des vegetativen Nervensystems und der Psyche nachgewiesen waren, hat, um nur direkt praktisch Wichtiges hervorzuheben, vor allem E. Steinach[1]) durch Vertauschen der Keimdrüsen somatisch und seelisch männliche in weibliche Persönlichkeit verwandelt. Zusammen mit Lichtenstein hat Steinach Männern, welche durch Verletzung im Kriege beider Hoden beraubt waren, die Libido sexualis und die Potentia coeundi zurückgegeben. Endlich wurde von denselben Forschern ein Mann mit perversem Geschlechtstrieb durch eine Implantation zur Norm zurückgeführt. Die Feminierung von Männchen (jugendlicher Ratten, Meerschweinchen) ist leichter zu erzielen, als eine Maskulierung. Der Einfluß des transplantierten Eierstocks erstreckt sich nicht bloß auf Wachstum, Körpergestalt, Haarwuchs und Fettansatz. Der veränderte physiologische Gesamtzustand prägt sich auch in einem umgestimmten psychischem Sexualcharakter aus. Das feminierte Männchen weist als weibliche Zeichen den Schwanz- und den Abwehrreflex auf. Die sogenannte parasitäre Kastration (Gonotomie junger Krabben durch Invasion gewisser Asseln) führt bei Männchen von Stenorhynchus phalangium und bei Inachus nach Einwanderung von Jacculina Fraissei, bzw. Jacculina neglecta ebenfalls zu Feminierung. Hier ist es die weibliche Keimdrüse des Schmarotzers, welche substitutiv die Umstimmung hervorruft. Auch der rein theoretische Wert solcher Erfahrungen ist kein geringer. Sie verweisen auf vorhandene Reste heterosexueller innersekretorischer Gewebselemente, welche, selbst noch im Extrauterinleben, nachträglich das Übergewicht erlangen können. Sie ermöglichen vielleicht, selbst auf Grund anatomischer Nachweise, eine Erklärung der konträren Sexualempfindung, sowie des sogenannten Maskulinismus und Feminismus.

Eine dritte Gruppe endlich setzt sich aus periodischen Zuständen der Gesamtverfassung und aus individuellen Zuständen, welche durch lange Zeiträume oder beständig dem Körper eigentümlich sind. Das Eigentümliche des Geschlechts, der Lebensalter, der Temperamente, des Wuchses, besonders insofern er nach Habitus und innerem Bau von der Leistung endokriner Organe beeinflußt ist, sowie eine lange Reihe offensichtlich krankhafter Abweichungen gehören hierher.

Auch Organschwäche ist je nach dem physiologischen Zustand etwas sehr

[1]) E. Steinach: Zentralblatt f. Physiologie, 24. Bd., Nr. 13, 1910; 25. Bd., Nr. 17, 1911; 27. Bd., Nr. 14, 1913. Pflügers Arch. 144. Bd., 1912. Arch. f. Entwicklungsmech. 42. Bd., 3. H. 1916.

Verschiedenes. Pawlow[1]) hat experimentell beim Hunde gefunden, daß die Magendrüsen zwei Formen funktioneller Störung aufweisen. Zur zweiten, der leichteren Form, gehören die Fälle, wo anfangs die Tätigkeit der Drüsen durch geringe Beweglichkeit und Schwäche charakterisiert ist, darauf beginnen die Drüsen immer intensiver zu arbeiten und überschreiten die Norm, worauf die Tätigkeit langsam wieder abnimmt. Nach Justschenko[2]) wird bei melancholischen, maniakalischen Menschen eine analoge Verdauung beobachtet. Die erste Form, welche Pawlow asthenisch nennt, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Drüsen zu Anfang auf Verdauungsreflexe mit Hypersekretion antworten, bald jedoch ermüden, weshalb die Sekretion vorzeitig endet. Die geleistete Arbeit steht im Ganzen unter der Norm. Ich kann nach eigenen Erfahrungen hinzufügen, daß sich der insuffiziente Kreislauf ganz ähnlich verschieden verhält. Ja, man kann von einer asthenischen Reaktion für den ganzen Körper sprechen[3]).

F. Variation und Variabilität.

Ferner sei noch einiges zusammenfassend gesagt über Veränderlichkeit und Veränderung, soweit die Pathologie davon berührt wird. Allgemeine einschlägige Belehrung findet der Leser bei G. Duncker[4]), K. Peter[5]), in den oft zitierten Werken über Vererbungswissenschaft (vgl. S. 203), bei M. v. Gruber[6]), W. Schallmeyer[7]), in den Arbeiten von Plate und de Vries u. A. Hier vielfach benützte Übersichten geben O. Hertwig und P. Kammerer[8]).

Variabilität bezeichnet nach Duncker die Wahrscheinlichkeit, in einer gegebenen Anzahl von Personen individuelle Verschiedenheiten der Merkmale zu finden. Die Individuen, resp. deren Teile, heißen in dieser Hinsicht die Varianten. Die Größe der Variabilität schätzt Peter nach der Zahl der Individuen einer Population, welche vom Typus (Mittelwert) abweichen. Den Vorgang, dessen Ergebnis individuelle Verschiedenheiten der Merkmale innerhalb einer Spezies sind, nennt Duncker Variation. Peter bezieht die Veränderung auf den Mittelwert und auf die Vorfahren. Die Variabilität kann groß, die Variation klein sein, und umgekehrt.

Maß der Variabilität, resp. Vergleichsmaß zweier Variationsreihen desselben Objekts zu verschiedener Zeit ist der Variabilitätsindex (Streuung), nach Duncker

[1]) J. Pawlow: Arbeit der Verdauungsdrüsen. Wiesbaden 1898. Das Experiment als zeitgemäße und einheitliche Methode medizinischer Forschung. Wiesbaden 1900. Vorlesungen über die Funktionen der Hauptverdauungsdrüsen. St. Petersburg.

[2]) A. Justschenko: Wesen der Geisteskrankheiten. Steinkopf 1914.

[3]) F. Kraus: Dtsche. med. Wochenschrift 1917.

[4]) G. Duncker: Arch. f. Entwicklungsmechanik VIII, 1899; XVII, 1904. Mitteil. naturhist. Mus. Hamburg 25, 1908.

[5]) K. Peter: Arch. f. Entwickl.-Mech., 27. Bd., 1909; 31. Bd., 1911.

[6]) M. v. Gruber und E. Rüdin: Fortpflanzung, Vererbung usw. München 1911.

[7]) W. Schallmeyer: Ztschr. für Sozialwissensch. IV, 1913.

[8]) O. Hertwig: Werden der Organismen. Jena 1916.

P. Kammerer: Handbuch der Naturwissenschaften, 10. Bd. Jena 1915.

L. Plate: Selektionsprinzip. Probleme der Artbildung, 4. Aufl. Leipzig 1913. Arch. f. Rassen, Gesellsch. Biologie IV, 1907.

H. Przibram: Anwendung elem. Mathematik, l. c.

die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate aller Abweichungen, geteilt durch die Summe der Abweichung: $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma\, pa^2}{n}}$ (worin bedeuten: σ die Streuung, Σ das Summenzeichen, welches anzeigt, daß alle pa^2 addiert werden müssen, a die Abweichung vom Mittelwert, p die Individuenzahl, n die Gesamtzahl der Individuen). In der anderen Form: $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma\,(V-M)^2}{n}}$ (V bezeichnet die Variation, M den Mittelwert, V — M die Abweichung vom Mittelwert = a der früheren Formel, Σ bedeutet hier, daß alle Abweichungen jedes Exemplars zusammenzuzählen sind, eingeschlossen p der früheren Formel), als Variabilitätsindex σ ist die Streuung nicht bloß das Vergleichsmaß für zwei Reihen desselben Objekts, sondern auch ein Maß von dessen Variabilität. Die Anleitung zur Benutzung der Formel findet man im speziellen Teil. Graphisch dargestellt ergibt sie die in diesem Buche bereits erwähnte Binomialkurve. Das Maß für Variation ist die Variationsbreite, i. e. der Abstand zwischen den extremen Varianten in positiver und negativer Richtung. Die der Größe nach geordnete Gesamtheit der Varianten nennt man Variationsreihe. Den Mittelwert der letzteren bilden die Varianten (meist Mehrzahl aller Individuen, welche in der Mitte der Extreme liegen). Der Terminus Minus- und Plusvarianten erklärt sich selbst.

Man spricht von kontinuierlicher (fluktuierender) und diskontinuierlicher (mutativer) Variation, von Singular- („Sport") und Pluralvariation, von normaler und pathologischer Variation: letztere überschreitet die Variationsbreite. Bezüglich der Einteilung nach der Zeit interessiert uns Mediziner, nach dem Stadium der Keimesentwicklung, am meisten die präembryonale, embryonale und postembryonale, sowie die onto- und die phylogenetische Variation. Es variieren morphologische Einheiten (von der Zelle bis zum Kormus und der Population), und ebenso Funktionen verschiedener Art. Die Einteilung in (erbliche) Mutationen und in Modifikationen (mit dem Ergebnis der Kondition) ist schon öfter erwähnt. Die Mutationen wiederum sind progressiv, regressiv (Wiedererscheinen latent gewesener Merkmale) und degressive (Verlust von Merkmalen). Ein Beispiel der letzteren ist der bekannte Albinismus. Die adaptativen Variationen werden (in rein deskriptivem Sinn) bezogen auf Selektion, auf physikalisch-chemische Einflüsse, auf funktionelle Momente (Gebrauch, Nichtgebrauch). In unserem Sinne können echt adaptative Veränderungen auch erblich sein (werden).

Die Bezeichnungen ekto- und endogene Variation erklären sich selbst. Autogen heißt sie, wenn nicht chemisch-physikalische, sondern vermeintlich „autonom-vitale" Bedingungen eine Rolle spielen. Innerlich verursachte Variationen brauchen nicht vererbbar zu sein; auch gibt es ektogene Blastovariationen (erbliche Mutationen). Die (Poly-)Morphie innerhalb derselben Art bezieht sich auf Geschlecht, Generationswechsel, Jahreszeit, Alter usw. Bei allen vorstehenden Definitionen folge ich dem Beispiel Plates und Kammerers.

Eine spezielle Bedeutung besitzt, auch in der Pathologie, der Korrelationskoeffizient (vgl. S. 207). Unter Korrelation versteht man hier den Umstand, daß mehrere Merkmale voneinander abhängig sind, so, daß Variation des einen auch eine solche des anderen bedingt (direkt: mit Steigen beider, invers: im gegenteiligen Falle). Wir wissen aus dem Abschnitt über den Mendelismus, daß viele Merkmale unabhängig voneinander vererbt werden. Ebenso verhält sich die Variation. Ja, Kammerer erwähnt sogar Fälle von Brechen anscheinend fester Korrelationen durch besonders

kombinierte Züchtungen (z. B. bei Schafen: Männchen und Hörnertragen). Aber das Beispiel der Faktorenkoppelung im Mendelismus verweist auch wieder auf Korrelation im Genotypus (vgl. S. 207). Unter „Homogamie" versteht man z. B. die einschlägige Tatsache, daß sich mit Vorliebe gleich große Tiere begatten, was auch für den Menschen gelten soll (?). Praktisch wichtig sind Beziehungen zwischen Wurzelverzweigung und Zuckergehalt der Rüben, die positive Korrelation zwischen Gerstenkörnergewicht und Stickstoffprozenten, die inverse zwischen Haferkörnergewicht und Fettgehalt. Ein klinisches Beispiel ist extremer Hochwuchs und Tropfenkerz, überhaupt der „Habitus asthenicus". Der Korrelationskoeffizient r ($r = \frac{\Sigma a_x \cdot a_y}{n \sigma_x \cdot \sigma_y}$, wo x und y die beiden in Korrelation stehenden Eigenschaften, a deren Abweichungen vom Mittel, σ deren Streuung, n die Gesamtzahl der Individuen, Σ das Summenzeichen bedeutet) ist die Summe aus den Produkten der Abweichungen, dividiert durch das Produkt aus Individuenzahl und Streuungen. Dabei kommt immer eine Zahl heraus zwischen —1 und +1, der Sinn ist klar.

Galton[1]) unternahm es, eine Korrelation zu berechnen zwischen Eltern- und Nachkommenmerkmalen. Was speziell die menschliche Körpergröße betrifft, so sollen nur Nachkommen mittelmäßiger Eltern diesen gleichen. Jedes Kind würde nach Galton vom Mittelwert der Bevölkerung um $\frac{1}{3}$ weniger, aber allerdings in gleicher Richtung abweichen, als die Eltern. (Letzteres wäre eben die positive Korrelation). Eine Kritik des Galtonschen Regressionsgesetzes findet der Leser bei Johannsen[2]). Entscheidend ist die Züchtungsmethode, der die Auffindung der reinen Linien von Johannsen zu verdanken ist (vgl. oben S. 26). Das Galtonsche Gesetz müßte eine Population in eine ganz andere Form überführen, ausschließlich durch fortgesetzte Zuchtwahl. Aus Versuchen mit reinen Linien konnte Johannsen den Schluß ziehen, daß in Wirklichkeit die aktuelle Variationsbreite einer ganzen Population sich aus der jeweils enger begrenzten potentiellen Variabilität ihrer einzelnen Vertreter zusammensetzt. Bringt man nur lange Exemplare einer pflanzlichen Population zur Aussaat, sind schon in der nächsten Generation alle kleinen Varianten verschwunden, und es finden sich besonders viele Plusvarianten; die Population folgt der Galtonregel. Fortgesetzte Selektion in gleicher Richtung wiederholt dies in den folgenden Generationen, jedoch mit immer geringerem, schließlich erlöschendem Effekt. Die Selektion bringt eben eine Steigerung der Variabilität nicht hervor; man kann höchstens eine reine Linie der extremsten Plusvariation erzielen. Im Biotypus gibt es aber überhaupt keine Selektionswirkung; es kommt da immer zu Mittelwerten. Der Rückschlag zum Durchschnitt ist ein sofortiger, vollständiger.

Daß äußere Faktoren auf Variabilität und Variation direkt und indirekt Einfluß üben, steht heute fest. Von den Mutationen kennt man eben nur die speziellen Ursachen nicht. Kammerer bringt wichtige Belege dafür, auf die ich den Leser verweise. Ich führe aus seiner Zusammenstellung nur einige Beispiele an. Kiemen passen sich durch größere Oberflächenentwicklung an ein luftarmes Medium an. Durch geeignete Fütterung machen die Schweinezüchter aus langköpfigen Tieren solche mit kurzem Wildschweinschädel. Der Brustkorb einer mit Milch gefütterten Ziege

[1]) F. Galton: Natural Inheritance. London 1889.

[2]) W. Johannsen: l. c.

ist breiter als der einer vegetabilisch genährten. Je nach Fütterung mit verschiedenen Fleischsorten, gemischter oder ausschließlicher Pflanzenkost wechselt bei Froschquappen Hautfarbe und Darmlänge. Vegetariar (Chinesen, Inder) sollen einen um ein Fünftel längeren Darm als der Mitteleuropäer besitzen usw.

Innere Ursachen bei gleicher äußerer Lebenslage spielen selbstverständlich ebenfalls eine maßgebliche Rolle. Der innere Gesamtzustand ist, wie Kammerer sagt und wie dies zur Bedeutung paßt, welche dieses Buch der Organisation vindiziert, der „realisierende Faktorenkomplex" in der Reaktion. Eine variierte Reaktion, auch wenn sie deskriptiv noch so bestimmt und meßbar ist, hängt gewissermaßen in der Luft, solange sie, zumal auf den Stufen des Lebens oberhalb des Tropismus, nicht auf entsprechende Konstituenten der Organisation bezogen werden kann. Wir finden da zunächst dieselben Kategorien, wie diejenigen, welche im Abschnitt über den physiologischen Zustand angeführt worden sind (Entwicklungsstadium, Alter, Geschlecht). Die Variabilität des Embryo wird allgemein für stärker hingestellt, als die des Vollwesens[1]). Aus früheren Darlegungen geht hervor (vgl. S. 193), daß Entwicklungsstufe und Alter nicht gleichbedeutend sind, wenn auch in der Norm ein Synchronismus vorhanden ist. Kammerer findet das Männchen stärker variabel. Männliche Kastraten sollte man nicht weibchenähnlich nennen. Das wirklich feminierte Männchen und das maskulierte Weibchen sind durch die Experimente Steinachs und seiner Mitarbeiter, welche auch bereits den Menschen erfolgreich einbeziehen[2]), erst richtig charakterisiert worden. Das Geschlecht selbst als Variant ist bereits früher (vgl. oben S. 108 und 205) kurz besprochen worden.

Nochmals muß, auch in diesem Zusammenhange, erwähnt werden, was unsere Darstellung als „erworbene" Konstitution auffaßt. Auch sie ist begründet im physiologischen Zustand, somit in der Organisation. Für die Fragen der Veränderlichkeit und der Veränderung bedeutet sie einen inneren Faktor. „Schwache" Konstitution und Krankheit gehen ohne scharfe Grenzen ineinander über, die Reaktionsweise ist in beiden verändert. Zur variierten Reaktionsnorm kommt beim kranken Individuum auch noch das Fehlen der normalen Modifikabilität (im Sinne von Baur). Das ist gerade so wie bei der Unterscheidung der monströsen Varianten von den fluktuierenden, solange man bloß quantitative Maßstäbe anlegt. Auch hier kann eine Aufklärung sich nur ergeben aus der Beziehung zu morphologischen oder funktionellen Organisationsprinzipien. Ein Neurasthenischer und ein organisch Herzkranker haben eben beide Herzschwäche, ebenso ein Mensch mit kleinem Herzen. Ob wir das — rein konventionell — einmal an der Grenze von Gesundheit und Krankheit stehen lassen und das andermal „wirklich" krank nennen, bringt uns nicht weiter. Der Terminus: erworbene Konstitution gewinnt seinen Sinn auch erst, wenn der spezielle physiologische Zustand in seinen Bedingungen erkannt ist. Sind wir einmal in der Lage, diese letzteren im Zusammenhang mit den variierenden Faktoren vollständig zu systemisieren, haben wir auch alle Schwierigkeiten überwunden, die sich rein begrifflich oder gar bloß terminologisch nicht beseitigen lassen. Gewisse Anhaltspunkte für die Praxis liegen vielleicht im Folgenden. Wovon der Organismus sich rasch erholen, und woran er sich gewöhnen kann, eventuell mit variierter Form von

[1]) Vgl. H. M. Vernon: Internat. Scient., Ser. 87, 1903.

[2]) Vgl. E. Steinach: Zentralbl. f. Physiol., 24. Bd., 1910; ibid. 25. Bd., 1911; 27. Bd., 1914. Pflügers Arch. 144. Bd., 1912. Archiv f. Entwicklungsmechanik, 42. Bd., 1916 u. a.

Körperteilen und geänderter Leistung, das ändert mit der erfolgten Umorganisation die Konstitution, macht ihn aber nicht krank. Dazu kommt die eventuelle Vererbung. Kammerer verweist (in anderem Zusammenhange) zum Beispiel darauf, daß Raupen in erster Generation ein Futter lange zurückweisen, in zweiter es bereitwillig annehmen.

Auf die Variation durch Neukombination verschiedener Idioplasmen (Kreuzung) und durch direkte Mutation ist bereits früher Rücksicht genommen worden (vererbte Konstitution vgl. S. 203). Vererbungszähigkeit ist selbst ein Maß der Invariabilität. Die Zoologen kennen labile und stabile Arten und Charaktere und beziehen sie auf verschiedene „erbliche Befestigung". Variationen an den labilen Charakteren sollen geringeren erblichen Bestand haben, als solche an schwer veränderlichen. Kammerer scheint sogar geneigt, den Unterschied von Mutationen und Modifikationen überhaupt darauf zurückzuführen.

Mit de Vries und Anderen habe ich in diesem Buche (rein formal) die Anschauung vertreten, daß alle Einflüsse auf die Organisation sich zuletzt aus dem Chemismus (Ernährung, Stoffwechsel) erklären lassen. Am einfachsten ist eine solche Zurückführung bei der Wärme als variierendem Faktor möglich mit Rücksicht auf die Beziehungen zwischen Temperatur und der Geschwindigkeit der Reaktionen im Organismus[1]) und den chemischen Gleichgewichten desselben. Aber auch die Dichte des Mediums wäre leicht in gleicher Richtung zu verwerten. Daß jede Schwankung der Lebenslage Steigerung, jeder Ausgleich resp. jede Konstanz derselben, wie Kammerer betont, Verminderung der Variabilität zur Folge hat, stimmt zur Heringschen Reiztheorie, die wir als Grundlage unserer Darstellung gewählt haben.

Mit der stärkeren Betonung der Variabilität in der menschlichen Pathologie sollte verbunden werden eine weitergehende Berücksichtigung krankhafter Variationen für die Rassenbildung. Ich verweise diesbezüglich auf Daten der Lehre von den Mißbildungen (vgl. S. 182). Man sollte auch nicht vergessen, daß tierische und pflanzliche Individuen, welche — besonders sprunghaften — Mutationen unterliegen, als „kranke" Exemplare anzusehen sind. Korschinsky glaubt, dem Anfang jeder Abänderung gehe eine, eventuell länger anhaltende kritische Periode voraus, während der sich das variierte Individuum gegenüber den nicht abgeänderten Artexemplaren im Nachteil befindet. So sind z. B. neue Pflanzenvaritäten (Buchen mit roten Blättern, weiße Glockenblumen) weniger widerstandsfähig. Das Gleiche gilt für Tiere.

G. Gewohnheiten.

Jede Geno-Phänovariation, d. h. jede genotypisch bedingte Variation setzt andere Beziehungen zur Umgebung, andere Bedürfnisse, andere Anpassungen, andere Gewohnheiten. Wenn hier von Gewohnheiten gesprochen wird, ist etwas Besonderes gemeint, nämlich der individuelle Ursprung der nach außen gerichteten organischen Prozesse (Muskelinnervation, vasomotorische, sekretorische Vorgänge), speziell der motorischen Haltungen und des Ausdruckes bei gegebener genotypischer Konstitution unter den Einflüssen der Lebenslage.

[1]) Vgl. van t'Hoff: Vorlesungen, l. c., Heft I.
O. Hertwig: Arch. f. mik. Anat., Entwickl.-Gesch., 51 Bd., 1898.
R. Höber: l. c.

Aus der Tendenz des Organismus — im Sinne von Spencer — zu wiederholen, was er bereits ausgeführt hat, allein sind die Gewohnheiten nicht erklärbar, obwohl eine derartige Neigung gewiß vorhanden ist. Am besten begründen wir die Gewohnheiten ebenfalls aus den Bedingungen des organischen Systems. Auf den höheren Stufen des Lebens ist die Umwelt nur ein Teil der Bedingungen (die „Komplementär"-bedingung) der Systemänderung. Die Konfiguration der Systemglieder unmittelbar vor der Änderung bestimmt deren Ausfall wesentlich mit („systematische Vorbereitung" nach Avenarius). Gewohnheiten entstehen in den Fällen, wo die Komplementärbedingung der Änderung diese systematische Vorbedingung jeweils zur Bedingungsgesamtheit des Systems ergänzt, wo es sich also um Reize handelt, deren (dauernde) Gegenwart das Leben erhält. Wir haben gesehen (vgl. S. 237 ff.), daß die Entwicklungsarbeit mittels einer regelmäßigen Beziehung zwischen afferenter und effektorischer Seite jeder vitalen Reaktion sich die Dynamogenese zugeordnet hat, welche bestimmte Reize „verwertet" und Erregungszustände herbeiführt, die ein Gleichgewicht bedeuten zwischen den organischen Prozessen im Körper und dem Geschehen der Umwelt, resp. eine Vitaldifferenzaufhebung. So entsteht die „positive" und die „negative" Reaktion. Baldwin[1]), bei dem wir ähnliche Gedanken finden, nennt diese „zirkuläre" Reaktion den (organischen) „Nachahmungs"prozeß. Die Gewohnheiten sind also nichts absolut Erworbenes. Auch die Adaptationen wurzeln in der allgemeinsten aller Gewohnheiten jede neuartige Reizung (Erfahrung) in der Dynamogenese zu reflektieren, und zwar zunächst ganz allgemein in einer Überschußreaktion. Ob eine Handlung direkt auf Sinnesreiz oder (im Organ des Intellekts) durch Bewegungsantriebe anderer Art zustande kommt, immer enthält sie einerseits den Faktor der Gewohnheit, andererseits in jedem Falle irgend etwas Neues, der „Vorbereitung" des organischen Systems oder der äußeren energetischen, geometrischen usw. Situation Entsprechendes. Erst die Beteiligung des Intellektus führt (reflektierendes) Bewußtsein ein, und die Elemente desselben haben als eine Seite den Affektional (vergleiche unten). Im Gewohnheitsmäßigen liegt eine Tendenz, das Reagieren rein reflektorisch, automatisch zu gestalten und von Aufmerksamkeit und von Gemütsbewegung zu befreien. Zwischen Reflektieren und Automatismus beim Handeln gibt es viele individuell verschiedene Gleichgewichte.

Affektional.

Die gegensätzliche (positive, negative) Reaktionsweise des Organismus ist schon in einem bestimmten Zusammenhang der Muskulaturen an- und festgelegt. Alle Muskelbewegungen erfolgen aus einer mittleren Lage im entgegengesetzten Sinne. Dem entsprechen die antagonistischen Muskelpaare. Antagonistische Muskeln treten nicht gleichzeitig in Aktion, sowohl in Reflexen, wie bei der Willkürbewegung. Tätigkeit der Agonisten unterdrückt die Antagonisten; keine Schädigung des nervösen Apparates z. B. der Respiration vermag auf derselben Seite zugleich in- und exspiratorische Muskeln zur Funktion zu bringen. Die antagonistischen Paare erklären manches im motorischen Verhalten und besonders in den Expressionsbewegungen, was sonst unklar bliebe.

Über die Hilfen bei der Ordnung und Regelung der Muskelbewegungen im allgemeinen wurde das Nötige bereits gesagt (vgl. oben S. 310ff.). Insbesondere erinnere ich an die reflektorische und tonische Funktion des Labyrinths als Gleichgewichts-

[1]) J. M. Baldwin: Entwicklung des Geistes. Deutsch. Berlin, Reuther, 1898.

organ, an die sensible Kontrolle der Muskelbewegungen überhaupt, an die Zusammenhänge der symmetrischen Muskeln der rechten und linken Körperhälfte u. a.

Das Paläenzephalon (der siebenmonatliche menschliche Embryo besitzt noch keine Verbindungen des Urhirns mit dem Neenzephalon, der Neugeborene muß sich sehr ähnlich verhalten, weil der Rindenapparat unfertig ist) verknüpft die Muskeln zu ererbten reflektorischen Bewegungskombinationen, indem die Rezeption nicht einen Muskel, sondern eine ganze, zu einer bestimmten Bewegung vereinigte Gruppe zur Bewegung bringt, indem stets eine Reihe ein für allemal verknüpfter Bahnen innerviert wird. Die Bewegungen bleiben stereotyp, neue werden nur im beschränktem Umfang zugelernt. Doch sind gewisse Variationen der Rezeption möglich. Fische legen nach Edinger den schon der Jungbrut anhaftenden Fluchtreflex ab, lernen auf ungewohnte optiscne Reize zu fressen u. a. Alte Hechte vermeiden besser die Angel als junge. Nicht verfehlen möchte ich in diesem Zusammenhange zu betonen, daß der sich fürchtende Erwachsene grundsätzlich die gleichen Muskelaktionen aufweist, wie das Kind ohne reflektierendes Bewußtsein.

Der Teil des Neenzephalon, dessen Leistung in Gnosien, Praxien und Assoziationen besteht, bestimmt die Handlungen nach dem Mechanismus des „bedingten" Reflexes. Hier konkurriert angeborene genotypische Veranlagung, die ontogenetische Ausbildung, sowie das Wachstum des Organismus und „Lernen", „Übung", (unbewußte) „Nachahmung". Diesem Mechanismus verdankt der Organismus die Tendenz eine unbeschränkte Zahl neuer Reaktionen zu bilden (vgl. S. 285 ff.). Der bedingte Reflex zeigt eine bemerkenswerte Inkonstanz (komplizierte Verbindungen der Sinneszentren des Kortex, ständige Neubildung und Schwinden der Gnosien u. a., Reizkombinationen). Es gibt eine experimentelle Hemmung und ein Wiederaufleben des bedingten Reflexes. Was man als „Selektion der Bewegungen" bezeichnet hat, beruht gewiß auf der Ausarbeitung einer bestimmten Hemmvorrichtung und damit ist ein Grund für Gewohnheiten gelegt. Eine Insgleichgewichtsetzung immer mehr komplizierter Funktionen und immer mehr komplizierter Umweltsgeschehnisse (Reize) ist gegeben. Durch Hinzutreten der Intelligenz werden bestimmte, nicht der Hemmung verfallende Praxien erlernt, resp. nachahmend wiederholt (Willen, Gedächtnis).

Im Organ des Intellekts endlich haben wir es nicht mehr mit direkt reflektorischer, sondern mit anderen Bewegungsantrieben als solchen aus den Sinnesorganen zu tun. Diese andersartigen Gesetze von Wechselwirkung im Zentralnervensystem führen zum Ablauf einer Reihe von Zuständen in bestimmter Folge, welche besonders an durch Erlernen, resp. durch fortgesetzte Entwicklung hervorgebrachte Organisationen und physiologische Zustände des zentralsten Anteils des Nervensystems geknüpft sind. Auch sonst haben wir schon gehört, daß die beiden erwähnten Abschnitte des Neenzephalons, vielfach wechselseitig ausgelöst, zusammenwirken; das ist aber ganz besonders bei den motorischen Haltungen (und den Ausdrucksbewegungen) der Fall.

Entsprechend den Verwicklungen, in welchen die Ausdrucksbewegungen paläo- und neenzephal bedingt sind, bilden sie während der Individualitätsphase ein sich entwickelndes System. Auf die Theorie speziell der Ausdrucksbewegungen kann hier nicht allzu tief eingegangen werden: uns kommt es vorzugsweise nur auf die Genesis an. Wir schließen uns, aus allgemein biologischen Gründen, Denjenigen an,

welche das Wesentliche des Affektes in der Verknüpfung der expressiven Bewegungen mit dem über die Gewohnheit hinausgehenden neuen Erfahrungselement suchen, etwa wie Baldwin es tut. Dabei enthält, was nach dem Vorstehenden nicht überraschen kann, der habituelle Ausdruck viel Ererbtes.

Die darwinistische Betrachtungsweise nimmt an, daß Anpassung zustandekommt, indem der Organismus aus Überschußbewegungen diejenigen auslest, welche am geeignetsten sind, seine Vitalität zu befördern; letztere werden dann zu Gewohnheiten fixiert. In Wirklichkeit nimmt der Organismus gar keine Selektion „im Interesse" der Vermehrung oder Erhaltung seiner Reizungen durch angepaßte Bewegungen vor. Alles geschieht zunächst nach einem gleichförmigen Mechanismus, beispielsweise dem des bedingten Reflexes. Es assoziiert sich mit dem Kern eines lebenswichtigen unbedingten Reflexes (einer Vitalreihe) alles Neue oder im Gedächtnis Verwahrte, was zum Signal für Umgebungsvorkommnisse wird, welche die vorhandene Vitaldifferenz aufheben helfen. Gerade bei den Ausdrucksbewegungen reproduziert die Erinnerung das reaktive Gesamtbild, des Überschußprozesses, die organischen Empfindungen und alles Effektorische eingeschlossen. Die Ausdrucksbewegungen sind also auch nur assoziierte motorische Haltungen, wenngleich der Affekt nicht bloß Resultat des Ausdrucks ist. Seit Darwin[1]) diskutiert man sie als „Nützlichkeits"reaktionen. Es ist kaum in Abrede zu stellen, daß die Ausdrucksbewegungen phylogenetisch alte, schon im Paläenzephalon verknüpfte positive und negative überschüssige Reaktionsweisen (des Ergreifens, der Verteidigung, der Flucht) wiederholen. Das „Unnützliche" gewisser expressiver Bewegungen beruht zum Teil auf der gegensätzlichen (positiven und negativen) Reaktion überhaupt, die schon in den antagonistischen Muskelparen anatomisch und physiologisch angelegt ist, und wohl auch darin, daß das Effektorische der Affekte nicht kanalisiert ist, sondern wie die tropistische Reaktion gesetzlos, konvulsivisch diffus über den Gesamtkörper abläuft, also aufgestapelte Energie verschwenderisch verausgabt (man denke an den sexuellen Orgasmus und dergleichen). Die erwähnte Selektion ist erst eine Seite des intelligenten Verhaltens. Dieses spielt sich in der Hauptsache nach einer im höchsten Abschnitt des Zentralnervensystem (Organ des Bewußtseins) vorgeschriebenen Ordnung, etwa wie das Zeichnen einer Kurve nach ihrer Gleichung ab. Auch die Willkürbewegungen aber unterliegen vielfach der sensorischen Kontrolle. Bewußtes Erlernen und Üben wird hier für die Gewohnheiten noch wichtiger als Entwicklung und Wachstum.

Selbst angeborene Synergien im Verhalten unterliegen quantitativen Abweichungen, ja vollständiger Lösung, gerade auch unter pathologischen Bedingungen (z. B. die Bewegungen des sehenden und erblindeten Auges). Korrekturen bewirkt auch hier die sensorische Kontrolle. Wenn der Chirurg einen Beugemuskel auf die Streckseite verpflanzt, wird er nach kurzer Zeit entsprechend der neuen (Streck-) Funktion benutzt.

---

[1]) Ch. Darwin: The expression of the emotions in man and animals London 1872 (Deutsch Carus, 2. Aufl., Stuttgart 1874).

H. Die Horde. „Erziehung" (Nachahmung) als Organisationsprinzip.

Wir haben bisher verschiedene Stufen der Zusammenjochung im Organismus kennengelernt. Im Phänotypus ist Individuation etwas anderes und mehr als Korrelation. Aber gerade die Spitze der menschlichen Persönlichkeit würden wir nicht völlig verstehen ohne den — hier wenigstens kurz zu berührenden — sozialen Faktor.

Soziale Organisation ist kein Artefakt der menschlichen Vernunft. Die Intelligenz macht auch nicht den Menschen homini lupus. Die Etnographie lehrt uns vielmehr rein tatsächlich, daß der Mensch nie vereinzelt, sondern zu allen Zeiten und an allen Orten, soweit unsere geschichtliche und prähistorische Kenntnis reicht, in Verbänden aufgetreten ist, welche als zunächst von Bedingungen, nicht von Zwecken abhängige Naturprodukte zu gelten haben. Ja, zunächst hat es nicht nur die Soziologie, sondern die Naturgeschichte des Menschen überhaupt mit den Beziehungen der Individuen untereinander, mit den Lebensäußerungen der Gesellschaft zu tun[1]). Man sollte nicht einseitig fragen, welche inneren Kräfte den Einzelmenschen zur Vergesellschaftung treiben, oder wie es komme, daß die Menschen trotz ihrer vermeintlich „rein individuellen" Bedürfnisse und Triebe sich freiwillig und unfreiwillig in immer größeren Gruppen vereinigen. Wie schon früher (vgl. oben S. 31) auseinandergesetzt wurde, stellt das Leben, im Sinne von Weismann ein Kontinuum dar, dessen organisatorischer Prozeß als zeitlicher Fluß innerhalb der Generationsfolge nicht unterbrochen ist, indem Keim- und somatische Zellen des metazoischen Organismus Abkömmlinge eines Eies sind, das jeweils den Tochterorganismus hervorbringt, in welch letzerem sich dann wiederum Eizellen vorfinden. Dagegen kommt es, speziell bei geschlechtlicher Fortpflanzung, zu räumlicher Zusammenhangstrennung, der eben das vielzellige Individuum entspricht. Man kann also auch beim Menschen einmal das Hauptgewicht legen auf die Gesamtheit der Lebensreihe und (in neglektiver Abstraktion) das einzelne Artexemplar ausschließen, ein anderes Mal wieder vom Individuum ausgehen. Bloß Einzelwesen ist der Mensch nicht: sein Leben in Gang haltend nimmt er ein und gibt sich (wirkt sich) ebenso gegenüber seinesgleichen aus. Man muß auch da die mittlere Linie zu finden bemüht sein und von da aus festzustellen, was verbindet, was trennt, wo das Kollektive, wo das Distributive ist. Individualismus und Gesellschaft als Ziele brauchen nicht gegeneinander ausgespielt zu werden. Das ob origine vermittelnde Glied ist bekannt: die Blutsverwandtschaft (vgl. oben S. 223). Auf letzterer basiert die „Gruppen"theorie, die „Horde" wird als das schon damit Gegebene genommen. Unser Verhalten, unsere Initiative kommen dazu.

Die Ableitung sozialer Erscheinungen aus äußeren Umständen (Kampf ums Dasein) kann hier unberücksichtigt bleiben. Das Netz der sozialen Beziehungen, aus welchem die Entwicklung des Individuums nicht gelöst werden kann, soll nur, im Sinne von Spencer, auf die Vereinigung der Interessen betrachtet werden, während in der Person selbst die Teile direkt kohärieren. Wir stoßen dabei auf den organischen

[1]) G. Ratzenhofer: Wesen und Zweck der Politik als Teil der Soziologie usw. 3 Bde., Leipzig 1893. Soziologische Erkenntnis. Leipzig 1898.

L. Gumplowicz: Grundriß der Soziologie. 2. Aufl. Wien 1905.

W. Wundt: Völkerpsychologie. 7. Bd. Gesellschaft, Leipzig 1917.

und psychologischen Grundunterschied zwischen Abgleichung und Unterscheidung und deren richtiges Verhältnis zueinander. Bloße Uniformierung darf die Erziehung nicht sein. Sie ist die individuelle Realisierung von Anlagen im Entwicklungszyklus des Menschen unter dem Einfluß der (immer wachsenden) sozialen Gruppe. Erziehung und Heredität sind also biologisch komplementäre Begriffe. Manche gehen so weit, in die erstere selbst alle adoptierten physiologischen Zustände des Organismus von der Eizelle ab mit einzubeziehen, so daß also die Lebenslage eine (schon bloß bildlich gemeinte) organische Erziehung der in der genotypischen Konstitution ererbten Entwicklungsansätze übernommen hätte.

Die Wurzeln der sozialen Persönlichkeit liegen, einzeln und zusammengenommen, in der individuellen Originalität, in der Modifikation durch die Erfahrung, in der Suggeribilität und dem Mechanismus der Imitation nach bestimmten Verhältnissen[1]). Viele wollen aber Originalität und Suggestibilität in keiner Weise für gleich wertvoll, resp. für gleich normal gelten lassen, während Andere wiederum Suggeribilität für synonym mit Erziehungsfähigkeit erklären. Der Gegenstand interessiert nicht bloß Biologen und Ärzte, sondern auch die Psychologen, sowie besonders die pädagogischen Theoretiker und Praktiker. Welcher Grad von Suggestibilität und Suggestion für einen individuellen normalen oder abnormen Schüler erwünscht ist, sollte, wie ich glaube, den letzteren überlassen sein.

Jedenfalls ist es schon historisch nicht berechtigt, als den wesentlichen Inhalt des Begriffes der Suggeribilität und der Suggestion bloß den täuschenden, trügerischen und illusionistischen Charakter hinzustellen[2]). Bei Berkeley haben die verschiedenen Wahrnehmungen, trotz ihrer gegenseitigen Unreduzierbarkeit, die Eigenschaft einander zu suggerieren, Erfahrung und Phantasie arbeiten zusammen. Die Schotten unterschieden in jeder äußeren Wahrnehmung neben Empfindung und Vorstellung introspectiv noch den direkten Glauben an eine wirkliche Existenz. Tatsächlich folgen sich Assoziationen so rasch und lebhaft bei der Ergänzung teilweise beobachteter Tatsachen, welch letztere unentbehrlich ist für unser jeweils der Situation angepaßtes Verhalten (vgl. oben S. 4), daß sie fast Illusionen gleichkommen. Wesentlich mit entscheidend sind dabei Aufmerksamkeitsstimmung und Gedankenrichtung. Wer wollte aber leugnen, daß schon unter dem Einfluß der letzteren beiden die Assoziationen ebenso vielfach irreführen, wie andererseits gerade das biologische Interesse die Beachtung richtiger und wichtiger Assoziationen fördert?[3]) Es ist also dieselbe Organisation psychischer Zustände, welche zu Irrtümern mit oft empfindlichen Folgen führen kann und andererseits ebenso lebensförderlich ist. „Erkenntnis und Irrtum fließen aus denselben psychischen Quellen; nur der Erfolg vermag beide zu scheiden. Der klar erkannte Irrtum ist als Korrektiv ebenso erkenntnisfördernd wie die positive Erkenntnis." Suggestionen sind nun nicht etwa einfache Ideenassoziation[4]). Denn wir werden sehen, daß, was durch Suggeribilität und Suggestion hervorgerufen wird, nicht Vorstellungen sind, sondern großenteils organische scharf umrissene Vorlagen für unser Verhalten im virtuellen Zustande oder mehr weniger

[1]) Vgl. H. Münsterberg: Psychology and the Teacher, New York u. London, Appleton, 1910.

[2]) Vgl. L. Hirschlaff: Suggestion und Erziehung. Berlin, Springer, 1914

[3]) Vgl. E. Mach: Erkenntnis und Irrtum l. c.

[4]) Vgl. auch J. M. Baldwin: Mental Development in the Child etc.

realisierte solche. Der allgemeine Mechanismus ist eine individuelle Dynamogenese in Begleitung jeder individuellen Veränderung im Bewußtseinsorgan, mögen letztere auf äußere oder innere Anlässe hier zustande gekommen sein. Der besondere Zustand im Organ des Intellectus, ob selbst bewußt oder unterbewußt, bildet mit allen effektorischen Folgen ein Ganzes; affektorische Elemente organischer und psychischer Natur pflegen nicht zu fehlen.

Deswegen, glaube ich auch, werden wir Mediziner gegenüber der einseitigen Betonung des schlechthin pathologischen (täuschenden, illusionistischen) Grundzuges des Suggestionsbegriffs uns besser an Baldwin, Münsterberg und Guyau[1]) anlehnen, welche die Suggestion und Suggeribilität sehr weit fassen, sodaß ein verhältnismäßig großer Teil des ganzen Verhaltens der Person unter diesen Begriff fällt.

Das Wesen der Suggestionswirkung betreffend möchte ich selbst also im Sinne des Vorstehenden glauben, daß ihren Kern zunächst nicht so sehr elementare psychische Prozesse, wie vorbildliche solche des (motorischen usw.) Verhaltens des persönlichen Wachslebens in der Verwicklung des Bewußtseinsorganes bilden. Eine Idee kann nach Art eines Tropismus wirken. Aber die suggerierten Verhaltungsweisen haben keinen gewöhnlichen reflektorischen, überhaupt keinen automatischen Charakter. Bewußte oder unterbewußte afferente Elemente von Inganghaltung des Lebens, die, gefühlsmäßig betrachtet, etwas Hedonisches einschließen, fehlen nicht. Sonstige charakteristische Merkmale, welche den Suggestionsvorgang zu kennzeichnen geeignet wären, sind noch die folgenden: Überzeugtheit vom Eintreten der speziellen, mit der bewußten (unterbewußten) suggerierten Vorstellung zusammenhängenden Änderung des Verhaltens, Fehlen der gewöhnlichen (logischen) Motivierung, die, im Gegenteil, „inadäquate“ psychologische Entstehung, Hemmung der reflektierenden Kritik, demzufolge psychischer Zwang, Einengung des Bewußtseins, besondere Intensität des Vorganges als eines Ganzen, eine gewisse Traumähnlichkeit, bzw. eine halluzinatorische Beschaffenheit[2]).

In der Wachsuggestion (eingeschlossen die Übergänge zur „oberflächlichen“ Hypnose) werden sensorielle und motorische Reaktionen unterschieden. Letztere werden vor allem auch auf die Konzentration der Aufmerksamkeit bezogen. Legt man auf Verhalten und Aktivität das Hauptgewicht, muß die „expectant attention“ besonders mit beachtet werden. Die (angeborene, erworbene) Aufmerksamkeitsstimmung ist entscheidend bei illusionistischen Assoziationen. Ein Beispiel ist der pflügende Jüngling Powells[3]), der, früher oft von Klapperschlangen gestört, einmal einen aufgegriffenen Stab für eine solche hält und zugleich ihr Klappern zu hören glaubt. Das Wesentliche scheint mir aber auch hier in dem eindrucksvoll provozierten Bedürfnis nach Ausarbeitung einer lebendigen, besonders bestimmten und befriedigenden Mustervorlage für sicheres Verhalten in einer wiederkehrenden Situation zu liegen. Es wurde bereits gesagt, daß jeder normal wache Vorgang im Organ des Intellekts (jede dort aufgenommene, resp. verarbeitete Rezeption, die Apperzeption selbst) ein Fall von (positiver, negativer, also hemmender) Dynamogenese

[1]) Baldwin: Psychol. Review I (3), Mai 1894 (Personality Suggestion).
Münsterberg: l. c.
J. M. Guyau: Erziehung und Vererbung. Deutsch von Schwarz-Kette. Leipzig, Kröner, 1913.
[1]) Vgl. die Literatur des Gegenstandes bei Hirschlaff: l. c.
[2]) Powell: Truth and error, zit. bei Mach.

ist mit zwangsmäßiger, aber jeweils kanalisierter Verbreitung. Wir wissen[1]), daß bei geistiger Arbeit und Aufmerksamkeit eine Blutverschiebung mit Abnahme sowohl des Arm-, Fuß- und Brustvolums sich einstellt, welche bei allen normalen psychischen Zuständen sich gleich verhält. Eine besonders prompte und sinnenfällige Abnahme des Ohrvolums kommt noch hinzu. Dagegen nimmt das Volum der Bauchorgane und des Gehirns zu. Abgesehen davon, daß durch diesen Mechanismus das Gehirn, weil besser mit Blut versorgt, leistungsfähiger werden muß, erhalten auch die peripheren Nervenendigungen weniger Blut. Diese Dämpfung macht sie natürlich auch weniger aufnahmsempfänglich. Bezüglich der „Spannung", welche mit der Aufmerksamkeit verwandt ist, bestätigte Weber frühere Versuche von Lehmann[2]) (Volumsenkung, verminderte Pulshöhe). Besonders interessant für unseren Gegenstand sind die somatischen Erscheinungen bei Bewegungsvorstellungen und Intentionen. Nicht nur das Volum der bewegten Extremität, sondern zugleich auch das der anderen Gliedmaßen und des Rumpfes nehmen zu; das Ohrvolum, und das Volum der Bauchorgane nehmen ab, während dasjenige des Gehirns wächst. Und zwar genügt die darauf gerichtete Willenskraft und die lebhafte Vorstellung, also die kortikale Erregung allein zur Hervorbringung dieser Blutverschiebung. Das konnte Weber daraus entnehmen, daß der in Hypnose versetzter Versuchsperson zunächst absolute Bewegungslosigkeit und nachher eine Situation suggeriert wurde, in der sie unter energischer Anstrengung Muskelbewegung zu verrichten gehabt hätte. Im Wachzustande bewirkten Bewegungsintentionen die gleiche Blutverschiebung. Bei passiven Bewegungen der Muskeln tritt letztere hingegen nicht ein. Wiederum erweist sich darin die Mitwirkung der Hirnrinde als das Maßgebende. Außerdem konnte Weber feststellen, daß die bei Erregung der Hirnrinde auftretenden Blutverschiebungen aktiver Art sind. Er fand nämlich, daß zwar bei lebhaften Bewegungsintentionen die Gefäßerweiterung in der ganzen Peripherie auftrat, daß jedoch bei Beschränkung der Bewegungsvorstellung auf ein einziges Glied in völliger Ruhe der anderen Extremitäten auch nur in jenem einzigen Gliede Gefäßerweiterung und Volumvermehrung auftraten. Damit ist ferner bewiesen, daß der Prozeß im nervösen Zentralorgan begleitet ist von völlig lokalisierten Veränderungen der Gefäßlumenweite. Ermüdung bewirkt die Umkehr dieser Blutverschiebung. Beachtenswert ist endlich für unsere Betrachtung noch die Feststellung Webers, daß die Gehirngefäße ihre eigenen Gefäßnerven, resp. ihr eigenes Vasomotorenzentrum besitzen.

Bei Aufmerksamkeit auf Tastreize ist das plethysmographische Verhalten der peripheren Gefäße ein anderes als bei anderen Formen der sinnlichen (visuellen, akustischen) Aufmerksamkeit, Zunahme des Armvolums durch Dilatation derselben an Stelle der Abnahme durch Kontraktion bei Aufmerksamkeit auf visuelle Reize[3]). Dazu kommt, daß die Konzentration der Aufmerksamkeit eine Zone von Anästhesie um den fixierten Punkt herbeiführt (negative Halluzination[4])).

[1]) Vgl. E. Weber: Der Einfluß psychischer Vorgänge auf den Körper. Berlin 1910.

[2]) Lehmann: Plethysmographische Untersuchungen, 1899. Körperl. Äußerungen psychischer Zustände. 3 Bände. 1899—1900.

[3]) E. Weber: Automatischer Regulationsmechanismus usw. Einfluß der lokalisierten Aufmerksamkeit auf die Blutfülle der tastenden Hautpartie. Arch. f. Physiologie 1910.

[4]) A. Binet: La suggestibilité, Paris 1900

Ch. Féré: Sensation et mouvement. Paris 1887.

Solche Beobachtungen schlagen die Brücke zu der Tatsache, daß Vorstellungen einerseits wirklich zu Bewegungen (z. B. Tanzen nach Musik) oder zu Beweglichkeitshemmung, andererseits zur sinnlichen Empfindung werden können. Es gibt natürlich Zustände (z. B. den Schlaf, bei Primitiven auch im Wachsein), in denen Vorstellungen leicht den subjektiven Charakter von wirklichen Wahrnehmungen erlangen. Aus der normalen psychologischen Tatsache, daß jede Vorstellung den momentanen Glauben an die Realität ihres Gegenstandes in sich schließt, haben, wie wir schon gehört, die besten Forscher den Gehalt eines halluzinatorischen Elements in jeder Vorstellung gefolgert. Hirschlaff spricht demgegenüber von einer Fiktion im Sinne Vaihingers. Ich selbst möchte aber lieber glauben, daß das „Als ob" genetisch gerade in obigen Dingen, auf welche besonders Binet hingewiesen hat, ihre Wurzel haben. Vor allem schließe ich die Erwartungsspannung mit ein. Die Hypnose muß irgendwie ein Surrogat von Aufmerksamkeit sein. Auch läßt es sich leicht verstehen, daß je sensitiver die individuelle psychophysische Konstitution ist, desto geringer die Aufmerksamkeitssparung zu sein braucht, welche den Anstoß gibt zur Verwirklichung einer bestimmten Änderung des Verhaltens. In der Betonung der spezifischen individuellen Eigenart der Person (Vorstellungsleben, Phantasie usw.) wird man Hirschlaff unbedingt zustimmen. Hirschlaff erzählt z. B. von Balzac, daß dieser bei der Vorstellung eines in seine Haut eindringenden Messers wirklich den Schmerz davon fühle usw. Newton soll ein so lebhaftes Phantasiebild von der Sonne im Dunklen gehabt haben, sobald sich seine Aufmerksamkeit darauf richtete, daß er dadurch direkt belästigt sich fühlte. Es war gleich, ob er vorher die Sonne beobachtet hatte oder nicht. Einmal mußte sich der berühmte Physiker deshalb 3 Tage in ein finsteres Zimmer einschließen („Visualisation"). Von den Primitiven ist Ähnliches generell bekannt. Dies alles kann auch pathologisch werden (grobe Sinnestäuschungen, Zwangsphänomene). Keinesfalls ist aber Suggestabilität bloß ein Defekt der psychischen Entwicklung. Ja, Suggeribilität ist ebenso auch schöpferisch in Wissenschaft und Kunst. Und wenigstens einen Teil der normalen erzieherischen Einwirkungen auf bestimmten Entwicklungsstufen, solange nicht „innere" pädagogische Mittel in Anwendung kommen können, müssen wir auf Suggestion beziehen.

Baldwin[1]) versuchte eine Stadieneinteilung der Suggestion zu geben, welche meines Wissens bisher durch keine bessere ersetzt ist. Er spricht von physiologischer Suggestion (z. B. gewisse Schlafsuggestionen der jungen Kinder), von sensorimotorischer Suggestion (Suggestion durch die Persönlichkeit, maßgebend für die Entwicklung des sozialen Sinnes, „überlegende" Suggestion), von ideo-motorischer Suggestion („Reiz" eine deutliche Vorstellung, oder ein Erinnerungsbild, bewußte Nachahmung), von halbbewußter Suggestion der Erwachsenen, von hemmender Suggestion, von hypnotischer Suggestion.

Experimentelle psychologische Untersuchungen über die kindliche Suggeribilität verdankt man ferner besonders A. Binet und seinem Kreis[2]). Binet hat den Nachweis geführt, daß die Suggestibilität mit zunehmendem Alter abnimmt.

Die, man kann oft genug schon sagen „blinde" Hingabe an tropistisch wirksame

---

[1]) Baldwin: l.

[2]) A. Binet:t: l. .

Ideen, an welche, unter Dämpfung anderer effektorischer Prozesse, ein dem Widerspiel der Motive nicht unterworfenes, scharf umrissenes, hinterher mit Lust verbundenes Gehaben direkt geknüpft ist, kennzeichnet eine besonders wichtige Vitalreihe. Wir haben eine Art Hunger nach Mustervorlagen für unser — oft unterbewußt eintretendes — Verhalten. Neun Zehntel desselben beruhen nicht jeweils auf intellektuellen Motiven und Gegenmotiven, sondern auf Glauben und Meinung. Was der Sättigung als Endglied der Vitalreihe des Hangers entspricht, sind die hedonischen afferenten Prozesse während des Vollzugs des betreffenden Verhaltens, welche uns für die Inganghaltung des Lebensbetriebes bürgen und welche, nicht in den Elementen, sondern individuell erfaßt, für uns Lebensgefühl werden. In dieser Vitalreihe steht auch der Mechanismus der (bewußten, halbbewußten) Imitation.

Baldwin setzt besonders auseinander, daß für die Entwicklung der Personalität des Kindes gerade die es umgebenden persönlichen Einflüsse von Bedeutung sind. Die Handlungen, Stimmungen, Affekte der meist wenigen Personen in der Umgebung des Kindes sind die wirksamste „Vorlage" für das Verhalten und die Gewohnheiten, für den ganzen Charakter desselben. Die suggestive Sensibilität für Personen ist die allerstärkste.

I. Das pathologische Prinzip der Involution.

1. Es ist eine Tatsache der Entwicklungslehre überhaupt, daß die Veränderung eines Merkmales um so langsamer wird, je weiter sie schon vorgeschritten war. Es gibt Merkmale, bei deren Abänderung jede erreichte Stufe die folgende erschwert; andere, deren Mutation mit Beschleunigung zurückgelegt wird. Das Individuum variiert um so weniger, je vorgeschrittener Entwicklung und Alter ist. Auch Zunahme der Stammesentwicklung bringt dieselbe zur Abnahme. Allerdings gilt das nur für Merkmale. Jede Art ist eine Verbindung alter und neuer solcher. Das Neue ist labil.

„Anthropogenese."

Die phylogenetische Reihe bei der „Anthropogenese" entzieht sich unserer Beurteilung. Als Ausgangspunkt nimmt E. Fischer[1]) Formen mit Kletterfüßen, halbaufrechter Körperhaltung, primitivem Gebiß. Zuerst soll dann der Fuß (fünffingerige Extremitäten, opponierbare erste Zehe) geworden sein. So kam es beim Menschen zur vollen Aufrichtung, ebenso wie umgekehrt die Paviane wieder zu Quadrupeden wurden. Die spezielle Ursache des aufrechten Ganges wird in etwas gesucht, was keine direkte Beziehung zur Hinterhand hat; aber die ganze Extremität muß auf die mechanische Beanspruchung reagieren. Von der einfachen quadrupeden Lokomotion befreit, werden besonders die hinteren, aber auch die vorderen Gliedmaßen länger. Mit Beginn des aufrechten Ganges müssen sich ferner eine große Menge statisch-mechanischer Anpassungen ausbilden (Fußgewölbe, Tibia als Hauptstütze, Entfaltung der Waden und Gesäßmuskeln, festere Einfügung der Wirbelsäule ins Becken, Lendenlordose, Beckenschaufeln zum Tragen der Eingeweide, Rückbildung des Schwanzes, Balanzieren des Schädels ohne großen Bänder-Muskelapparat u. v. a.). Klapp weist nun mit Recht darauf hin, daß in der Erwerbung des aufrechten Ganges als eines progressiven Merkmales viele pathologische Zustände wurzeln. Die Gehirnentfaltung läßt Fischer, wie Schwalbe, erst später erlangt wer-

[1]) E. Fischer: Anthroprogenese, Handwörterbuch der Naturwissensch. I. Bd. Jena 1912.

den. Die Ausgangsstufe für diese Hirnentwicklung muß gleich anfangs schon eine hohe gewesen sein. Ontogenetisch bildet sich, im Vergleich mit den Rindenzentren für die Armbewegung, das Sprachzentrum später aus, was auch phylogenetisch umgedeutet wird. Den Beschluß bildet in dieser „Etappenlinie der Menschwerdung" die Spezialisierung der Handmuskulatur, der Verlust des Haarkleides. Von vornherein ist wahrscheinlich, daß parallel damit auch Nachteile entstanden sind, welche nicht alle ausgemerzt worden sind. Die Grundzüge der mit entstandenen Triebe, Gewohnheiten usw. sind allen Menschen gemeinsam. Die komplizierten, auch für sich Entwicklung aufweisenden Psychismen erscheinen rassen- und individuenmäßig different verteilt.

Entwicklungshöhe und Variation.

2. Auch in Fragen krankhafter Disposition und pathologischer Zustände, welche mit der individuellen Entwicklung zusammenhängen, können wir anknüpfen an die „natürliche Systematik" oder an „phylogenetische" Betrachtungen[1]); immer haben wir uns dabei zu stützen auf den Vergleich von Ontogenesen. Vitale Entwicklung bedeutet bloß, daß in einem Zyklus jede Lebenserscheinung aus einem ablaufenden hervorgehend, in einen nachfolgenden hinüberführt. Es braucht kaum betont zu werden, daß für uns die Entwicklung nicht bloß auf Formwechsel beruht, Form ist selbst ein Ergebnis der Entwicklungsarbeit.

Die natürliche Systematik ist einseitig morphologisch. Sie ordnet die Lebewesen nach ihrer „Verwandtschaft", welch letztere in diesem Falle eine Ähnlichkeit bedeutet, bei welcher die Arten, in „systematische Kategorien" (Gattung, Familie, Ordnung) gruppiert, durch sukzessive Abänderungen aus einer gemeinsamen, nicht stabil, sondern als Morphogenese vorgestellten Urform entstanden sich denken lassen. Die einfach als gegeben zu betrachtenden Grundtatsache der organischen Formbildung ist die Wiederholung von Zyklen, z. B. der Zellulation (Keimbahnentwicklung, Gametenkopulation, individuelles Soma). Das Entwicklungsgeschehen des Soma endigt, wie Naef es ausdrückt, zum Teil „blind" (Rückbildung, Tod) in terminalen Entwicklungen (als Organe usw.). Diesem Endzustand stehen „Anlagen" und „Vorstadien" gegenüber. Aus der Gesamtentwicklung sondern sich früher oder später Teile (Anlagen), deren weitere Differenzierung mehr oder minder selbständig erfolgt, bis zu gewissen Grenzen sogar losgelöst vom Ganzen vor sich gehen kann (Transplantation). Diese Teile können außerdem ihr Endschicksal finden bald im frühen Alter des Keims, während andere noch Anlagen darstellen, bald erreichen sie es kaum noch zu Lebzeiten des Gesamtorganismus. Sie können auf der Höhe ihrer Ausbildung und Funktion ebenfalls zu allen denkbaren Zeiten stehen, und dieses Verhalten kann sich innerhalb einer systematischen Kategorie für homologe Bildungen sehr verschieden gestalten. Die Anlagen erscheinen nach Naef im allgemeinen umso früher, je mehr das Resultat derselben sich kompliziert. Die Ontogenese ist also kein einheitlicher Prozeß, sondern eine freilich wohl organisierte Gesamtheit von nur an ihrer Wurzel festverknüpften Einzelvorgängen[2]). Unsere eigene ganze Betrachtung fußt darauf, daß alle terminale Entwicklung abhängig ist von der zyklischen, daß sie selbst aber auch wieder das Mittel darstellt zur Fortführung dieser letzteren (Herstellung von der Dynamogenese dienenden Apparaten). Dabei betonen

[1]) Vgl. A. Naef: Individuelle Entwicklung organischer Formen als Urkunde ihrer Stammesgeschichte. Jena, Fischer, 1917.

[2]) Naef: l. c.

wir ebenso die Autonomie der Teile, wie deren schon in und mit der Entwicklungsarbeit gegebene Korrelation. Die Integration ist gerade während der Entwicklung eine so lose, daß das werdende Individuum mehr als Kombination einzelner Faktoren, denn als Ganzes erscheinen kann. Verschiebungen in der Differenzierung der Konstituenten veranlassen Heterochronien. Eine solche ist z. B. die Neotenie. Das Maximum der Abweichung kann in das Anfangsstadium, in das mittlere oder das Endstadium der Entwicklung fallen. Mit der letzten Möglichkeit werden wir uns im Folgenden speziell zu beschäftigen haben. Naef betont seinerseits noch die zeitliche Dyskontinuität der Gesamtentwicklung, welche durch ein früheres Ablaufen bestimmter aus derselben „gelösten" Morphogenesen und darin bedingter Funktionen hervorgebracht wird (sich „zurückbildende" Organe, der Sicherung des Jugendlebens dienend). Viele sind geneigt zu glauben, daß der Manigfaltigkeitsgrad in der Gliederung der atypischen Formen, mit dem „Typus" verglichen, größer ist, so daß die ersteren aus letzterem durch Hinzuziehung resultieren müßten. Naef hat wohl Recht, wenn er vielmehr an Subtraktionen glaubt. Auch viele Ärzte, welche sich an die moderne Erblichkeitslehre und die Mutationstheorie halten, sind gegenwärtig geneigt, für die oben angedeuteten pathologischen Aufgaben, von abstammungstheoretischen Annahmen absehend, mit Verstellungen, wie die bisher entwickelten, auszukommen.

Die deszendenztheoretische Betrachtungsweise (Phylogenetik) ist aber, obwohl sie bisher noch unsichere (methodische) Grundlagen besitzt für unsere ärztlichen Zwecke kaum völlig von der Hand zu weisen. Die Blutsverwandtschaft als Grundlage für Form- und Funktionsverwandtschaft drängt sich geradezu auf. Dadurch wird die Kontinuität des Lebens etwas Erfahrungsmäßiges. Das historische Moment ist uns dabei Nebensache. Wir legen vielmehr größten Wert darauf, uns O. Hertwig[1]) anzuschließen, welcher für typische Formerscheinungen besondere Formbildungsgesetze aufstellt. Hertwig verknüpft, wie es für uns gar nicht anders möglich scheint, morphologische, physiologische und biologische Anschauungen. Dem „ontogenetischen Kausalgesetz" Hertwigs müssen wir gegenüber dem Haeckelschen Rekapitulationsgesetz unbedingt den Vorzug geben. Immer wieder kommen wir zurück einerseits auf die Entwicklung der Artzelle (nur glauben wir nicht an eine stetige, vom Einfachen zum Komplizierten fortschreitende Aufwärtsbewegung derselben) und auf den Zyklus des Anlagenproduktes, mit dem einzelligen Artrepräsentanten als Ausgang, der jeweils in jedem Individuum mehr oder weniger modifiziert ist. Die typischen und atypischen Angehörigen einer Kategorie der natürlichen Systematik (der vergleichenden Anatomie) erscheinen bei phylogenetischer Betrachtung als primitive und abgeleitete (aberrante, höhere, heruntergekommene) Formen. Nach Naef bezieht die Abstammungslehre die Stammesentwicklung auf die Kontinuität der zyklischen Keimbahnentwicklung, an welche sich die terminale Entwicklung der vielzelligen Individuen periodisch immer wieder anschließt.

Für die Abänderung der einzelnen, die Ontogenie zusammensetzenden Morphogenesen besteht nun eine Gesetzmäßigkeit in dem Sinne, daß die Abänderung der einzelnen Stadien verschieden rasch erfolgt und zwar rascher gegen das Ende, lang-

---

[1]) O. Hertwig: Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere, Bd. III, Teil 3; Allg. Biologie, 4. Aufl. Jena, Fischer, 1912.

samer gegen den Anfang der terminalen Entwicklung hin. Eine solche Gesetzmäßigkeit muß sich auf die Verschiedenheit der Bedingungen für die Variation der einzelnen Stadien gründen, nämlich auf konservative Faktoren, welche auf den früheren, und progressive, die auf den späteren wirksamer sind[1]).

Jede Variation der Morphogenese in der Stammesgeschichte bedeutet eine Störung des Gleichgewichts im Gesamtorganismus. Darin liegt eine Beschränkung der Möglichkeit solcher Abänderungen. Von einer zweckmäßig gerichteten „Orthogenesis" kann ja keine Rede sein. Ein mutierter Organismus z. B. ist nach den vorliegenden Erfahrungen zunächst direkt „krank".

Unsere ganze Darstellung hält im psychophysischen Sinne die Entwicklungsarbeit auch für den Menschen im Vordergrund. Anerkennt man eine Hierarchie der Funktionen, so erscheint der Mensch um so weniger als Dauertypus, je höhere (persönliche, soziale) Funktionen ins Auge gefaßt werden. Für das große Gebiet des unbedingten Reflexes, für die niedrigen vegetativen und animalischen Funktionen kann man von relativ fixierten Zuständen sprechen. Auf höheren Stufen muß man streng am psychophysischen Parallelismus festhalten und keinen Psychismus ohne nervöse Unterlage gelten lassen; Geistesprodukte und geistige Entwicklung können nicht unabhängig von körperlicher sein[2]). Es wurden früher die höheren Stufen des Lebens unterschieden von der tropistischen, auf welcher die Lebewesen der Übermacht der Reize unterliegen. Der Mensch vor allem hat aber nicht bloß Reizverwertung, er hat, wie J. Petzoldt es ausdrückt[3]), besonders auch ein spontanes „beständiges sich Heranfühlen" an die Umgebung als innerkörperliches Entwicklungsprinzip und gewinnt damit immer neue Anpassungen. Des bedingten Reflexes und des intelligenten Verhaltens ist in diesem Zusammenhang schon Erwähnung getan worden. Noch ein anderes Prinzip von Petzoldt muß aber hier angeführt werden: alle organische Entwicklung führt schließlich zu relativen Dauerformen von Gestalt und Funktion, zur Stabilität[4]). Je tiefer in der Hierarchie der Funktion eine Leistung steht, desto fixer ist sie (unbedingter Reflex). Das durchschnittlich Normale des Verhaltens ist besonders der Arzt gewöhnt als stereotyp wiederkehrende feste Verrichtung wieder zu finden, er vernachlässigt sogar gewöhnlich die Ab- und Auflösung der physiologischen Zustände. Auch die höheren und höchsten (persönlichen, sozialen) Funktionen sind nicht frei von dieser Tendenz zur Stabilität, man kann mit Recht sprechen von theoretischen und praktischen „Dauerformen des seelischen Geschehens". Aber im Bereich der hierarchisch höchsten Funktionen hat dieses Prinzip nicht so allgemeine Geltung. Auch hier ist das „Älteste" (die Grundmerkmale der Psyche) gleichzeitig das „Festeste", wie in allen vitalen Organisationen;

[1]) Vgl. Naef: l. c.

[2]) Vgl. E. Mach: Wärme l. c. Populäre Vorlesungen. Leipzig, Barth, 1896.

Kidd: Soziale Evolution. Deutsch von Pfleiderer. Jena 1895.

Weismann: Aufsätze über Vererbung; 1892. Gedanken über Musik bei Tieren und Menschen. Berlin 1889.

[3]) J. Petzoldt: Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung. Leipzig, Teubner, 1900 bis 1904.

[4]) Th. Fechner: Einige Ideen zur Schöpfungs- und Entwicklungsgeschichte der Organismen. 1873.

Petzoldt: l. c.

Maxima, Minima, Ökonomie l. c.

es ist das, was die geringste individuelle Variation aufweist. Die Stabilität ist ein Zustand, der wirklich dauern, aber auch wieder verlassen werden kann, nur liegen die Ursachen für letzteres nicht direkt in ihm selbst. Gerade diese „virtuelle" Stabilität vindiziert Petzoldt für das geistige Gebiet. Die allgemeinen Bedingungen für Dauerformen biologischen Geschehens sind im organischen System gegeben mit seinen schon öfter erwähnten stationären Zuständen. Absolute Stabilität ist ausgeschlossen wegen der nie fortfallenden Abhängigkeit von äußeren Beeinflussungen. Das organische System befindet sich, wie wir gesehen haben, immer in Entwicklung. Dazu gehört, daß es auch die Disposition von Krankheit und Sterben in sich trägt. Die Stabilität fällt mit der vollzogenen Anpassung der Teile des Systems aneinander zusammen. Stationärer Zustand und Dauerfähigkeit der Entwicklungsergebnisse besagen beide im Sinne E. Herings[1]): Erschöpfung der Änderungsbedingungen durch den Prozeß der Entwicklung, der für sich allgemein im Erregungsvorgang enthalten ist. Ein ebenso wichtiges Organisationsprinzip haben wir aber, in Anlehnung an Höber[2]), wiederholt besprochen, die Erhaltung eines dynamischen Gleichgewichts oberhalb der Aufhebung aller Niveauunterschiede der physikalischen Energien, die Erhaltung von „Vitaldifferenzen" mit ständiger Arbeitsbereitschaft. Auch dieses letztere Prinzip garantiert Dauerfähigkeit, denn es schließt keine ungemessene Vergrößerung jener Unterschiede ein, welche das Geschlossensein des Systems unmöglich machten. Bei näherer Betrachtung der „Vitalreihen" werden wir sehen, daß, solange ein organisches System noch in lebhafter Entwicklung begriffen ist, es auch neue Formen aller Teile oder ganz neue Teilsysteme hervorbringt. Der stabilere Zustand, welcher meist auch die einfachere Form darstellt, kommt durch Induktion im System zustande.

Zu der Kontroverse über die Erwerbung vererbbarer Eigenschaften haben wir wiederholt grundsätzlich Stellung genommen. Wollte man diese Frage bloß auf ein latentes Vorhandensein von allerhand Anpassungen, die auf gewisse Einwirkungen hin nur manifest werden, reduzieren, so daß nichts Neuerworbenes vererbt würde, weil gar nichts neu erworben wird, so würde dies nach meiner Meinung auf einen Wortstreit hinauslaufen.

Nach dem Bisherigen verstehen wir aber unmittelbar, daß völlig beliebige Veränderungen des Idioplasmas nicht ohne Weiteres die Erzeugung „normaler", ja lebensfähiger Organismen sichern. Es muß veränderte Charaktere geben, welche den Fortbestand der Art in Frage stellen. Bei phylogenetischer Betrachtung müssen gerade diejenigen Form- und Funktionsentwicklungen besonders konservativ sein, auf denen das speziesgemäße biologische Gleichgewicht, die Stabilität, hauptsächlich beruht[3]). Diese Beschränkung der Variationsmöglichkeit wird auch zum Ausdruck kommen bei krankhaften Dispositionen und Zuständen, welche mit der Entwicklungsarbeit verknüpft sind. Ich selbst möchte hinzufügen, daß Teilsysteme, welche ganz besonders in pro- oder regressiver Entwicklung begriffen sind, auch leicht pathologischer Desorganisation unterliegen müssen. Im Gegensatz zur Evolution, welche dauerfähige stationäre Zustände herbeiführt, möchte ich diese Desorganisation als „Dissolution" zusammenfassen. Der Terminus ist in ähnlichem Sinne auch bereits

[1]) E. Hering: Lotos. Prag 1888; l. c.

[2]) Höber: Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. 4. Aufl. Leipzig, Engelmann, 1914.

[3]) Vgl. auch Naef: l. c.

von Anderen gebraucht worden. Natürlich können schon völlig angepaßte Zustände aus dem normalen Entwicklungsverlauf ebenfalls durch Hemmung (also durch Verlust) abgeändert oder durch Heterochronie verschoben (ein Beispiel ist die Neotenie) sein. Aber die jüngsten (die End-) Zustände zeigen eine größere, z. T. auch selbständigere Variabilität. Je früher auf das individuelle Idioplasma Störungen sich durchsetzen, desto schwerer ist das gesamte Gleichgewicht der Entwicklung geschädigt. Auch die Möglichkeit einer terminalen Gestaltung im einzelnen Artexemplar ist sonach eine abnehmende gegen den Beginn, eine zunehmende gegen das Ende derselben[1]). Es gibt also, phylogenetisch und ontogenetisch betrachtet, Hemmungen, und zwar graduell abgestufte, für die Abänderungsfähigkeit.

Rudimentäre Organe.

3. Mit dem Gesagten steht im vollen Einklang, daß „rudimentäre", nämlich solche Organe, welche früher einmal, in der Stammesgeschichte, von physiologischer Bedeutung waren, während des Laufes der Geschlechter infolge der Mutation der Organismen unter Einwirkung besonderer Lebenslagen u. dgl., wie Wiedersheim[2]) sagt, „außer Kurs gesetzt" und einer Rückbildung (phylogenetische Seneszenz) verfallen sind, leicht Sitz von pathologischen Dispositionen und von Erkrankungen selbst werden. Das Gleiche gilt von den progressiven Entwicklungen und von Organen mit „Funktionswechsel".

Menschliche Organe regressiven Charakters, welche noch eine gewisse physiologische Leistungsfähigkeit behaupten, sind z. B. die 1., 2., 11. und 12. Rippe, der Lobus olfactorius und ein Teil der Nasenmuscheln; als Beispiele solcher, die, nur noch in fötaler Zeit oder auch zeitlebens in Erscheinung tretend, ihre ursprüngliche Bedeutung mehr oder weniger verloren haben (rudimentäre Organe im engeren Sinne) seien genannt: Präputium, Os coccygis (Cauda humana), fötale Hals-, Lenden-, Sakralrippen, Kiementaschen, männliche Zitzen, überzählige Milchdrüsen beim Weibe, Foramen coecum linguae, Jacobsonsches Organ, Plica semilunaris des Auges, Epicanthus, gewisse Formen der Ohrmuschel, Filum terminale, Gl. pinealis, Affenspalte, prälaktale Zahnanlagen, Weisheitszähne, Flimmerepithel im Ösophagus, Nebenschilddrüsen, Processus vermiformis, primitive Formverhältnisse von Leber, Milz, Darm, Reste des Urnierensystems usw.

Von Veränderungen, welche auf dem Wechsel der physiologischen Leistung beruhen, wären anzuführen: Gl. thyreoidea, Nebennieren, Thymus, Carotisdrüse; von solchen, die auf geänderte Lagebeziehungen, auf Verschiebungen im Körper zu beziehen sind: distale Wanderung des Schulter-, proximale des Beckengürtels, Verkürzung des knöchernen Thorax und des Coeloms, Verschiebung des Herzens, des Zwerchfells, des Magens, wandernde Geschlechtsdrüsen, Lage der Rippen zur Wirbelsäule (Änderung der Situsverhältnisse der Brusteingeweide) u. a.

Organe progressiven Charakters, im Sinne sich anbahnender Vervollkommnung, endlich sind: Ausgestaltung der Daumenmuskeln, Steigerung der Leistung der Hand, Raumgewinnung im Schädel für das Gehirn, Ausbildung und Festigung des Fußgewölbes, des Tarsus und des Großzehenstrahles, Vervollkommnung der ganzen unteren Extremität für den aufrechten Gang, Entfaltung der Darmbeinschaufeln beim Weibe, Krümmung der Lendenwirbelsäule, Differenzierung der Gesichtsmuskeln,

[1]) Naef: l. c.

[2]) R. Wiedersheim: Bau des Menschen. 4. Aufl. Tübingen, Laupp, 1908.

Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark, höhere Entwicklungsstufe der Konstitution des Gehirns, besonders des Stirnlappens (Sprache, Intellekt), Differenzierung der Kehlkopfmuskeln usw.

Ein vollständiges Verzeichnis enthält das Werk von Wiedersheim[1]).

Man braucht durchaus nicht zu glauben, daß das abgeänderte physiologische Verhalten dieser Teile bloß die organizistische und nicht auch die persönliche Seite des Involutionsprinzips berührt. Ich verweise in dieser Beziehung nur auf den aufrechten Gang. Dieser ist indirekt Anlaß zu vielerlei lokalisierten Störungen, aber doch auch zu solchen, welche die Gesamtkonstitution betreffen. Es ist nun natürlich auch jeder Rückschritt in den Dienst von fortschreitenden Anpassungen der Person in der Art zu stellen. Man muß ja berücksichtigen, daß funktionelle und gestaltliche Änderungen irgendeines Körperteiles im Phänotypus korrelative Abweichungen hervorruft. In der Phylogenese „ersetzt" das Gehirn verlorengegangene (verkümmerte) Eckzähne. Änderungen der Fußmuskulatur stehen in enger Beziehung zur Variation des Skeletts, der Muskulatur (Waden, Gesäß) usw.

Auch sonst sehen wir bei den in Rede stehenden Körperteilen das Dissolutionsprinzip sich verwirklichen in den vorausgesetzten Richtungen. Bei den (phylogenetischen) Rückbildungsprozessen gerät, wie Wiedersheim hervorhebt, ein Organ zunächst im erwachsenen Körper ins Schwanken, erst später kommt dies schon in fötaler Zeit zum Ausdruck. Dann tritt das betreffende Organ bloß in einem gewissen Prozentsatz von Individuen auf.

Der Mensch ist in seiner „Vorfahren"reihe einer großen Zahl von Vorteilen verlustig gegangen, er hat teilweise dafür Vorteile eingetauscht (Gehirn, Hand, mimische Muskulatur, artikulierte Sprache, konsolidierte untere Extremität, aufrechter Gang), welche eigentlich die Menschwerdung bedeuten. Aber die Vorteile tragen selbst wieder ihre neuen Nachteile in sich, von absoluter Kompensation kann keine Rede sein.

Es ist ein großes Verdienst Wiedersheims, die Koinzidenz einer bestimmten phylogenetischen (rück- oder fortschrittlichen) Entwicklungsstufe gewisser Körperteile mit einer mehr oder weniger ausgesprochenen Disposition desselben für krankhafte Veränderungen ins rechte Licht gesetzt zu haben. Wiedersheim selbst beschränkt die Krankheitsanlage auf bestimmte Fälle. Immer entscheidet das ins Wanken gekommene Gleichgewicht.

Psychoneurosen.

4. Noch mehr wird die Person durch diese als Involution zusammengefaßten desorganisierenden Faktoren direkt betroffen bei den Psychoneurosen. Auf diesem Gebiete haben bereits Th. Ribot[2]) und P. Janet[3]) neben dem Evolutionismus ein solches pathologisches Prinzip hervorgehoben. Ribot wies darauf hin, daß beim Gedächtnis, bei den Bewegungen und bei den Gefühlen der Auflösungsprozeß, im Gegensatz zu der Entwicklung, gerade den umgekehrten Weg einschlägt, die „höheren" Funktionen verschwinden vor den „niederen", die komplizierten vor den einfachen. Er stützt sich dabei allerdings vorwiegend auf die objektive Methode, welche den ermittelten psychologischen Tatsachen ein möglichst unpersönliches Gepräge verleiht. Der Auf-

[1]) Wiedersheim: l. c.

[2]) Th. Ribot: Les maladies de la mémoire. 15. Aufl. (seit 1881). Les maladies de la personalité 1885. Les maladies de la volonté 1883.

[3]) P. Janet: Les Névroses Bibl. de Philosophie scientifique Paris Flammarion.

lösungsprozeß z. B. der progressiven Anamnesie geht für Ribot in einer gesetzmäßigen chronologischen Reihenfolge von sich (loi de regression): „La déstruction déscend progressivement de l'instable au stable.“ Bei dem schwach Fixierten beginnend, geraten Vorstellungen und spät erworbene (fremde Sprachen, künstlerische, Berufskenntnisse) in Vergessenheit, erst später wird das organische festersitzende, (motorische) Gedächtnis (mémoire sensorielle instinctive) vernichtet. Muttersprache, Leibesübungen, überhaupt eingewurzelte Gewohnheiten usw. kommen zuletzt daran. Ebenso verhält sich die Sache bei den partiellen Amnesien (z. B. bei der Aphasie). Schon Ribot bindet sein Gesetz an ähnliche physiologische Prinzipien, wie die oben auseinandergesetzten. In den Krankheiten des Willens findet Ribot dasselbe Gesetz der Dissolution.

Was die Psychoneurosen im engeren Sinne betrifft, so bin ich, wie Andere, geneigt, sie überhaupt begrifflich ganz unmittelbar an gewisse evolutionistisch-dissolutionistische Störungen der Vitalreihen (der Funktionsketten) zu knüpfen.

Das hier vielfach betonte „funktionelle“ Moment, d. h. die Erkrankung ohne faßbare histioide Läsion, ist wertlos für eine Definition, resp. für die angenommene Einheit dieser morbiden Gruppe. Nehmen wir den psychophysischen Parallelismus für das Verständnis des geistigen Geschehens wirklich und durchgängig ernst, so resultiert daraus die Unbestimmbarkeit der geistigen Vorgänge durcheinander und — bei allen Unterschieden zwischen Psychischem und Physischem — die Bestimmung alles psychischen Geschehens durch physische Parallelen im Zentralnervensystem. Die nächstliegende Annahme ist die strenge Gleichzeitigkeit beider Arten des Geschehens[1]). Die physische Parallele bleibt in unserem Sinne zuletzt etwas Funktionelles, mag sie einen materiellen Niederschlag (als dauernde, sichtbar zu machende Gewebsläsion) hinterlassen oder nicht. Außerdem verbirgt sich hinter dem: „ohne Schädigung“ vielleicht nur die „bisher unbekannte“ Läsion.

Gegenwärtig (besonders seit Hack-Tuke[2])) wird das Einheitliche der Krankheitsgruppe: Psychoneurosen meistens psychologisch aufgefaßt. Wohl am konsequentesten vertreten die Intervention des Geistes z. B. Bernheim und Dubois[3]), welche die Psychoneurosen in allen ihren Symptomen speziell durch Vorstellungen charakterisiert sein lassen. P. Janet[4]) ist von ähnlichen Anschauungen später zurückgekommen und faßt nunmehr gerade so die Psychoneurosen auf, wie es im Folgenden in Anlehnung an ihn auseinandergesetzt wird. Janet selbst hatte übrigens niemals ausschließlich von Vorstellungen gesprochen, sondern immer von psychischen Phänomenen überhaupt. Selbstverständlich wird Niemand nach allen vorliegenden Erfahrungen in Abrede stellen wollen, daß psychische Störungen in charakteristisch vorwiegender Weise eine symptomatische Abgrenzung der Psychoneurosen gegenüber anderer Krankheiten ermöglichen.

Aber gegen die Duboissche einseitige Definition der Psychoneurosen ist vor allem einzuwenden, daß es auch noch anderweitige Krankheitsprozesse mit ganz den gleichen psychischen Störungen gibt, die aber kein Kliniker als Psychoneurosen wird gelten lassen

[1]) Vgl. Petzoldt: l. c.

[2]) Hack-Tuke: Geist und Körper. 1872.

[3]) P. Dubois: Die Psychoneurosen. Deutsch v. Ringier. Bern, Francke, 1905.

[4]) P. Janet: L'automatisme psychologique 1889. Les Nevroses, Paris, Flammarion. (Bibliotheque de Philosophie scientifique.)

wollen, z. B. die Gehirnhämorrhagie, die Paralyse, gewisse Aphasien. Wollte man zu der Ausflucht greifen, daß in den letzterwähnten Fällen die psychischen Abweichungen etwas Sekundäres bedeuten, während bei den Psychoneurosen die gestörte Ideation die Priorität beanspruchen könne, so, fürchte ich, gerät man in Anschauungen hinein, welche überhaupt die Ideation der Psychopathen als unabhängig von Gehirn und pathologischer Gehirnläsion, sie sei grobmateriell oder funktionell gedacht, auffaßt und eine kausale Wechselwirkung zwischen Seele und Leib statuiert oder doch einen Parallelismus, der nicht, wie unserer, auf der in concreto einseitigen (im mathematischen Sinne funktionalen) Abhängigkeit des Psychischen vom Physischen (auf der „Funktions"-theorie) fußt, wobei ersteres abhängig von letzterem, aber nicht identisch damit gedacht wird. Sondern auf einem von besonderen Kausalgesetzen beherrschten psychischen und einem durch andere Kausalgesetze bedingten physischen Geschehen unter der Voraussetzung einer vollen Unabhängigkeit beider Arten von Reihen. Auch naturwissenschaftlich gerichtete Mediziner halten sich nicht ungern daran, daß das Bewußtsein sich zu einem „Zweck" entwickelt haben, daß es als „subjektives Aktionsprinzip" eine bestimmte Wirksamkeit entfalten müsse. Unsere physiologischen Klassiker glaubten an die Wirkung der Seele oder der Intelligenz als eines körperfremden Prinzips auf den Leib [1]). Erst Meynert und Munk [2]) führten andere Gesichtspunkte ein. Bei ersterem sind Vorstellungen mit dem Inhalt von Bewegungsformen des eigenen Körpers nur insofern Bewegungs„impulse", als mit der Erhebung einer solchen Vorstellung über die Schwelle des Bewußtseins zugleich eine zum Bewegungseffekt nötige Intensität jener Nervenvorgänge vorhanden ist, welche sich subjektiv als Vorstellungen äußern. Für Goltz [3]) ist Intelligenz die Fähigkeit des Tieres, die Sinneswahrnehmungen gedanklich zum zweckmäßigen Handeln zu verarbeiten. Wie der Charakter ist sie die subjektive, abhängige Variable der Nervenvorgänge. Wenn wir am Prinzip dieses auf konkret einseitiger funktionaler Abhängigkeit des Psychischen vom Physischen fußenden Parallelismus festhalten, können wir eine Funktion, resp. ein krankhaftes Symptom nur in dem umschreibenden Sinn psychogen nennen, daß hierzu die höchste Abteilung des Gehirns nötig ist.

Spiritualistisch gerichtete Philosophen, auch Naturforscher, halten noch heute (aus metaphysischen, resp. auch aus konfessionellen Gründen) an dem Einfluß der „immateriellen" usw. Seele auf den Körper fest. Dieses supramaterielle Prinzip betrachtet Driesch [4]) als etwas Objektives, andere [5]) setzen es dem subjektiven Bewußtsein gleich. Beide sollen bereits auf der tiefsten Stufe die Fähigkeit einschließen, die Einheitlichkeit, resp. die Harmonie des tierischen Baues und der Reaktionen, sowie Mittel für zweckmäßige Adaptationen zu sichern. Wir können jedoch nicht

[1]) Vgl. z. B. H. Lotze: Wagners Handwörterbuch, Leben, Lebenskraft.

P. Flourens: Recherches expér. sur les propriétés et les fonctions du système nerveux, II. Bd. 1842.

E. Pflüger: Die sensorischen Funktionen des Rückenmarks der Wirbeltiere. 1853.

[2]) H. Munk: Über die Funktionen der Großhirnrinde. 2. Aufl. Berlin 1890.

Th. Meynert: Sitzber. der Wiener Akad., Bd. 60, 61, 1869, 1870; Psychiatrie, 1884.

[3]) F. Goltz: Verrichtungen des Großhirns. Gesammelte Abhdl. Bonn 1881. Pflügers Archiv, 34. Bd., 1884; 42. Bd., 1888.

[4]) H. Driesch: Seele als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1903.

[5]) Lukas: Psychologie der niedersten Tiere. Wien 1905.

K. C. Schneider: Tierpsychologisches Praktikum Leipzig 1912.

mehr zweifeln, daß nichts Subjektives in die Bestimmungen des physiologischen Geschehens direkt eingreift. Wenn wir aber das Bewußtsein als Begleiterscheinung nervöser Prozesse ansehen müssen, ist für uns doch, im prägnanten Sinne, das Psychische biologisch auch ein unumgänglicher Faktor. Seine Bedeutung läßt sich z. B. besonders als soziale klar machen. Durch unsere organischen Ausdrucksmittel gelangen menschliche Ideen dazu, für sich eine unpersönliche zeit-räumliche Existenz zu führen (Wort, Schrift, Kunstwerke usw.) und dann wieder der „Einheit der Apperception" anderer menschlicher Individuen anheim zu fallen. Natürlich unter gewissen Voraussetzungen. Dem Sprachunkundigen fehlt z. B. die Resonanzfähigkeit für auf die Wand gemalte Koransprüche. Auch wird im anderen Menschen gewiß immer wieder ein physischer Parallelprozeß ausgelöst, die Idee einer Bewegung ist schon der Anfang dieser Bewegung. Aber die abhängige psychische Variable als Ganzes ist doch etwas anderes, als was z. B. auf rein assoziativem Wege mit den Vokabeln usw. ins Gedächtnis gepreßt wird. In diesem Sinne h a t also das Bewußtwerden von Reizen praktische Bedeutung für den Organismus, ohne daß das Bewußtsein als solches in die Kette der physiologischen Prozesse eingreift, ohne daß somit das Parallelismusprinzip verletzt wird. In diesem prägnanten Sinne kann ich z. B. auch sagen, daß Suggestion durch eine Idee, resp. durch das Bewußtsein eine fundamentale Art motorischer Erregung darstellt, geradeso, wie Praxien durch eine Gnosie ohne (reflektierendes) Bewußtsein. Es wird beim „Verstehen" einer gelesenen mathematischen Gleichung, eines Gedichts Raum-Zeitliches in ein Erlebnis, das bloß Dauer hat, übergeführt, ähnlich, wie umgekehrt, der Denker oder Dichter Erlebnisse in der Dauer „umsetzt" zu greifbaren Darstellungen im Raum-Zeitgebiete. Der Physiologe kann von Bewußtseinsfragen völlig abstrahieren. Der Arzt nicht. Nicht, weil wir jeweils zwei Erklärungen, eine psycho-physiologische und eine rein physiologische, nötig hätten. Auch nicht deshalb, weil der physiologische Standpunkt notwendig zu einer vollständigen Auflösung des Subjekts in nur gegenwärtige chemisch-physikalische Prozesse führen muß. Dieses ganze Buch will zeigen, daß der biologisch gerichtete Mediziner das menschliche Verhalten ebensowohl in sich scharf abhebenden Reaktionen und Vitalreihen untersucht, wie in deren Gesamtheit, welche das Verhalten eines Individuums als ein Ganzes erkennen läßt gegenüber den Reizkomplexen und gegenüber seinesgleichen. Die Rolle, welche jede einzelne Funktion in dieser gesamten Tätigkeit spielt, hat einen Sinn nicht bloß in der Psychologie, sondern ebenso auch in der Physiologie. Die Person ist nicht physisch o d e r psychisch, sie ist neutrkl. Ferner interessiert sich die Biologie ganz wie die Psychologie, für vergangene Gründe, welche die momentanen Reaktionen beeinflussen. Daß es für eine wissenschaftliche Betrachtung (Darstellung in Differentialgleichungen) zweckmäßiger ist, das Vergangene im Gegenwärtigen (resp. im unmittelbar Vorhergehenden) zu definieren, ist eine Frage der Methodologie. Auch die abhängigen Variablen, die wir in der Psychologie Gedächtnis nennen, sollten, soweit die Organisation dabei in Betracht kommt, immer mehr sc behandelt werden. Ich möchte überdies betonen, daß alles Vorstehende uns auf unsere Art und Weise, die Organisation als System zu betrachten, zurückführt. Die Organisation unserer Funktionen ist, wie gesagt, überhaupt keine ,solche, daß sie einer psychologischen u n d (o d e r) einer physiologischen Erklärung bedarf, aber sie kann v o l l s t ä n d i g nur als psycho-physische beschrieben werden. Halten wir uns konse-

quent an die Organisation, so ist immer maßgeblich die Gesamtheit des Verhaltens und dessen Komplexität. Wir deuten dann das Morgansche Sparsamkeitsprinzip[1]) auf die Edingerschen Abteilungen des Neenzephalon um: Man soll eine Handlung nicht aus den Funktionen des Bewußtseinsorgans interpretieren, wenn man sie aus Praxien, Gnosien und Assoziationen, also aus einer niederen Sphäre des Neenzephalons erklären kann. So wird auch der Vergleich von Mensch und Tier berechtigt. Man braucht sich dann nicht ausschließlich an die objektivierende Nomenklatur von Beer, Bethe und Uexküll[2]) zu halten, welche psychologische Bezeichnungen ausschließt. Sie ist unvollständig und praktisch weniger gut brauchbar, als diejenige Edingers, welche den funktionellen Standpunkt mit dem vergleichend anatomischen verbindet. Wir projizieren also immer die Formen des Verhaltens auf die erwähnte Organisation. Abgesehen von den (unbedingten) Reflexen und den Reflexketten, in welche viele „Instinkte" sich auflösen lassen, haben wir es zu tun mit individuell erworbenen Gnosien, Praxien und Assoziationen, i. e. mit assoziativer Erfahrung, Akkomodation und Gewohnheit, endlich mit komplizierteren Prozessen im Organ des Intellektus (Stirnlappen des Gehirns), mittels deren das Individuum auf Grundlage der werdenden Intelligenz in neuartigen geometrischen usw. Situationen eine nicht einfach in der angeborenen Organisation bereit gehaltene Art und Weise findet, der Verhältnisse durch eine die körperliche Integrität sichernde Handlung usw. Herr zu werden. Die Beziehungen dieser drei Formen des Verhaltens sind festzustellen. Da die Organisation genotypisch für jedes Artexemplar vorgesehen und während des Einzellebens individuell modifiziert wird, so knüpft unsere Betrachtung nicht an den Durchschnittsmenschen, sondern an jedes spezielle Individuum, und zwar an dessen Ererbtes und Anerzogenes, an dessen gesamte E- und Involution in körperlich-geistiger Beziehung an. Die Intelligenz schafft Neuentwicklungen; das auf Gnosien, Assoziationen und Praxien beruhende Verhalten trägt von vornherein oder nach einiger Zeit die Züge des Automatismus. Mit der Intelligenz im besonderen werden wir uns biologisch noch eingehender zubeschäftigen haben.

Die Störungen der Neuropathen erstrecken sich nur auf Vitalreihen, nicht isoliert auf ein bestimmtes Organ, sie sind meist persönlich. Wir werden sehen, daß zwei nebeneinander ablaufende Vitalreihen höherer Ordnung, d. h. solche, welche der Kern der Persönlichkeit werden können, sogar Grundlage einer Zweiteilung des Bewußtseins zu werden vermögen. Mit P. Janet gelangen wir ferner dazu, in den Neurosen überhaupt zwischen verschiedenen hierarchisch übereinanderliegenden, höheren und niederen funktionellen Gliedern der Aktionsketten zu unterscheiden. Denn in den Störungen der Psychoneurosen ist niemals eine Reihe in ihrer Ganzheit aufgehoben. Ist eine Funktion phyletetisch lange in der Rasse geübt worden, bzw. ist sie individuell stabilisiert, dann enthält sie Teile, welche durch Alter und Differenzierung bei der Mehrzahl der Menschen gleichförmig gestaltet und in elementaren Reflexen, also durch niedere Funktionsglieder repräsentiert wird (ein Beispiel ist die Ernährug). Demgegenüber kann man mit Janet höhere Anteile in Betracht ziehen, welche keiner wichtigeren Funktionsreihe fehlen. Sie bestehen in der Gleichgewichtsherstellung zwischen den Reihen und phyletisch und ontogenetisch rezenteren Be-

---

[1]) Morgan: Introduction to comparatine Psychologie. London 1894.
[2]) Beer, Bethe, Uexküll: Biol. Centralbl., 19. Bd., 1899.

dingungen. Solche Glieder finden wir, weniger stereotyp, vertreten in nicht so weitgehend differenzierten Organsystemen. Hier wäre schon das Ergreifen der Nahrung durch Hand und Mund zu nennen, also durch Organe, welche daneben vielen anderen Funktionen dienen können, dank Reflexen, die viel weniger einfach und regelmäßig sind. Aber noch höher muß man steigen zu anderweitigen Teilgliedern der Funktionsreihen, welche dieselben adaptieren an die Gesamtheit äußerer und innerer Bedingungen einer über Alles, was durch die fixierte Organisation vorgezeichnet ist, hinausgehenden komplizierten Augenblickssituation, vor allem gerade auch an soziale Anforderungen. Die Physiologie pflegt sich gewöhnlich überhaupt nur mit stabilen Durchschnittsfunktionen zu befassen, kaum daß sie die wechselnden Zustände und Stimmungen der Apparate berücksichtigt. Die praktische Medizin aber muß sich gerade auf solche individuelle Abstufungen verlegen. Denn die Krankheit kann ausschließlich die flüssigere Organisation dieser die Spitze der Person bildenden Teilglieder des Funktionierens, welche Intelligenz und Charakter zum Ausdruck bringen, treffen. Man muß sich hüten in der klinischen Praxis, sie gleich fixiert wie andere Funktionselemente anzusehen. Jeder Mensch entwickelt sich, wie Petzoldt[1]) und Janet betonen, beständig in doppelter Beziehung. Er ändert ununterbrochen seine individuelle Aktivität und nimmt außerdem Teil an der Rassenentwicklung unter dem Einfluß des sozialen Mediums (vgl. o. S. 352ff.). Auf diese wesentliche soziale Bedeutung alles Psychischen werde ich im Folgenden noch eingehend zurückzukommen haben. Gerade die erwähnten höchsten Funktionsglieder unterliegen einem beständigen Transformismus: die Erfassung der wechselnden momentanen Wirklichkeit, die Orientierung gegenüber Dingen und Menschen, der Wille, die Bildung von Glauben und Meinungen, die Phantasie. In diesem schon öfter erwähnten aktiven sich Heranfühlen an die Umwelt ist speziell der Mensch kein Dauertypus. Einzelne überragende Individuen erwerben neue Reaktionsweisen, die anderen ahmen sie nach. Der Mensch ist, wie auch Petzoldt sagt, beständig in einem lebhaften geistigen Entwicklungsprozeß begriffen, und bei der funktionalen Abhängigkeit des Psychischen vom zentralen Nervensystem bleibt nichts übrig als anzunehmen, daß letzteres gleicherweise der fortdauernden Entwicklungsarbeit unterliegt.

In der Wechselwirkung zwischen Anpassung und Gewohnheit werden wir das einsichtige Verhalten als die höchste Form der Aufhebung entstandener Vitaldifferenz, resp. der zirkulären Reaktion erkennen: bewußte Initiative und Antizipation beim Aufsuchen der das individuelle organische System zur Bedingungsgesamtheit ergänzenden Komplementärbedingungen. Denken und Wollen bricht alle Gewohnheiten und stellt neue her, schafft im größtmöglichen Umfang Unabhängigkeit von der Reizübermacht. Parallel der Intelligenz geht das soziale Gefühl. Baldwin[2]) schildert das Entstehen der objektiven Unterscheidung von Personen und Sachen beim Kinde. Erst nachher wird das Persönlichkeitsbewußtsein auch subjektiv. Im 7. Lebensmonat beginnt das Kind Personen nachzuahmen. In bestimmten, ganz besonders als Persönlichkeitskern wirksamen Vitalreihen, z. B. der mit Anstrengung verbundenen Nachahmung, liegt der Keim des Wollens als Ich, welches gleichzeitig

[1]) J. Petzoldt: Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung. Leipzig, Teubner, 1900 bis 1904.

[2]) J. M. Baldwin: Entwicklung des Geistes. Berlin 1898.

mit dem sozialen Du sich entwickelt (Selbsteinlegung von Avenarius). Diese Selbsteinlegung ist selbst eine Vitalreihe: Die Vitaldifferenz ist gesetzt durch von anderen Personen erhaltene Impressionen, sie wird aufgehoben durch Wiederübertragung auf andere Menschen. Das Mittelglied der Reihe ist Nachahmung im Sinne von Baldwin. Diese Reihe hört nie auf, die soziale „Kooperation" bereichert beständig auch den Sinn für das Selbst. Das Gleichgewicht zwischen dem habituell-persönlichen und dem sozialen Selbst, die Spitze der Persönlichkeit, bestimmt ihr Schicksal. Mit Avenarius-Petzoldt können wir die Gesamtheit der Handlungsweisen, die sich einem in der menschlichen Gesellschaft aufgewachsenen Individuum durch mehr oder weniger häufige Übung (Ausübung) eingeprägt haben, als dessen „ethischen Bestand" bezeichnen. Vor allem kommt hier derjenige Teil der durch Anlage und Erziehung festgelegten menschlichen Tätigkeit in Betracht, der direkt oder indirekt Beziehung hat auf Andere, der im Verkehr mit ihnen, in ihrer „Behandlung" (durch Gedanken, Worte, Handlungen) besteht. Es kommt hierbei hauptsächlich an auf die Übereinstimmung des ethischen Bestandes des Individuums mit demjenigen der überwiegenden Zahl der Mitglieder einer Population. Das Sittliche im höheren Sinn ist eine Fortsetzung von Sitten und Gebräuchen. Den Inhalt des ethischen Bestandes bestimmen Nachahmung, Erziehung, Übung.

In dem der sozialen Situation nicht entsprechenden eigengefühlsmäßigen motorischen usw. Verhalten können sich, je nach ihrem Grade, als pathologisch imponierende Störungen ausdrücken. Ihr wichtigster Grund liegt in Mängeln der Erziehbarkeit, also in Dysharmonien der Person. Die Nachahmung ist eng verknüpft mit der Vitalreihe des Wollens, in welcher der Vorstellung der Bewegung die Wahrnehmung der effektuierten Bewegung folgt. Alles kommt an auf eine präzise Übereinstimmung zwischen der letzterwähnten Wahrnehmung und jener Vorstellung. Intervenieren Hemmungen von Bewegungen, entsprechen sie wiederum der Vorstellung einer solchen Hemmung. Aber natürlich handelt es sich in jenen pathologischen Fällen um Störungen der Wechselwirkung einer sich in bestimmter Folge abspielenden Reihe von Gesamtzuständen in Beschaffenheiten des Bewußtseinsorganes, die erworben, resp. durch Erlernen zustande gebracht worden sind.

Mit Janet möchte ich glauben, daß sich gerade die Psychoneurosen beziehen auf diese individuelle und soziale Entwicklung der Person. Der Charakter derselben besteht darin, daß die erwähnten, noch in der Evolution befindlichen Teilglieder des Bewußtseinsorgans für das Funktionieren sich nicht entwickeln, schlecht vervollkommnen oder verkümmern. Was diese Entwicklung aufhält, resp. was die Involution von der Spitze her bedingt, wird dereinst wohl noch entdeckt. Alles Tatsächliche, was die psychologische Analyse sonst festgestellt hat, bleibt von diesem Standpunkt aus natürlich unberührt. Nur muß auch den organischen Mechanismen ebenoRechnung getragen werden.

K. Die Organisation der Bewußtseinszustände.

1. Von den Bezeichnungen: „körperlich", „seelisch" und „physisch", „psychisch" machen wir natürlich denselben Gebrauch wie die phänomenalistische Psychologie. Als Erkenntnisquellen sind uns die Tatsachen des Seelenlebens den physischen gleichwertig. Aber soviel wie möglich halten wir für uns die sichere natur-

Analytische und genetisch-psychologische Betrachtungsweise. Biologische Erklärung.

wissenschaftliche Position fest, indem wir das Subjektive aus dem ursächlichen Zusammenhang der Funktionen im organischen System ausschalten[1]). Immer haben wir es dabei vor allem abgesehen auf das genotypische Ganze und auf die Korrelation im Phänotypus. Auch das Bewußtsein ist etwas Individuelles, die psychischen Phänomene scheinen gleichzeitig und im Laufe der Zeit zur Einheit verbunden. Der Geist ist nicht ein durch die Welt der Dinge und der Lebewesen unendlich verbreitetes Kontinuum. Natürlich ist diese geistige Individualität in Wirklichkeit ebensowenig absolut unteilbar, wie die physiologische. Aber neben der subjektiven Qualität müssen wir Bedingungen suchen, welche den seelischen Elementen die persönliche Form der Psyche geben. Die individuelle Psyche ist (im mathematischen Sinne) eine abhängig variable Funktion der körperlichen Individualität. Erst die psychophisische Betrachtung des Organismus wird für den Arzt die das Wesen umfassende. Jene Abhängigkeit bedeutet nicht etwa eine „Erzeugung" geistiger Phänomene aus der Materie, sie bezieht sich bloß auf die Form ihrer Verknüpfung im organischen Individuum[2]). Neben Person und Individuum ist die Verschiedenheit der Bedingungen des organischen Systems, wie sie einerseits die objektive Betrachtung, andererseits die Introspektion ergeben, etwas erst in zweiter Linie Stehendes.

Die Betrachtung des gesamten Psychischen im Zusammenhang mit biologischen Erscheinungen liegt uns besonders nahe, weil gerade für die innere Medizin das Geistige nur Interesse hat in seiner „Berührung" mit dem Physischen, d. h. in dem, was körperliches und Seelenleben gemeinsam haben. Wie ersteres ergibt sich uns auch letzteres als etwas immer im Übergange von einem zum andern Zustande Befindliches, Tendenzen zur Fortsetzung Enthaltendes, also Werdendes und als etwas auf Stabilität Gerichtetes. Auch hier achten wir nur auf Relationen.

Mit Spencer[3]) haben wir das ganze Leben angesehen als bestimmte Kombination von ungleichartigen, sowohl gleichzeitigen, als aufeinander folgenden Veränderungen im Zusammenhang mit äußeren Gleichzeitigkeiten und Folgen, oder auch als Anpassung des Zusammenhanges innerer an denjenigen äußerer Beziehungen. Die allgemeine Pathologie der Person ist, wie wir immer wieder gesehen haben, großenteils eine solche gestörter vitaler Gleichgewichte. Anpassung kann nämlich nichts anderes sein als Überführung des organischen Systems (des Individuums) in ein anderes (dynamisches) Gleichgewicht mit variierter Arbeitsbereitschaft, resp. eine Umschaltung der Vitalreihen durch Änderung der Induktion im Biosystem, immer mit der Tendenz zum Festhalten der Koppelung besonders der „Erhaltungs"-funktionen und die Adoption jedes vorhergehenden physiologischen Zustandes durch den folgenden, so daß der letzte irgendwie alles enthält, was sämtliche früheren aufgenommen haben. Unsere bisherige Darstellung unterschied zwischen Entwicklungsarbeit und Dynamogenese im organischen System. Die Organspezifizität und damit der Funktionscharakter der Teile des Phänotypus ist für uns Produkt des genotypischen Ganzen. Da — nach dem zweiten Hauptsatz — ein ektropistischer („negativer") Prozeß in der Natur nur dann möglich ist, wenn er von einem „positiven"

[1]) B. Spinoza: Ethik, l. c.
W. Wundt: Grundzüge der physiol. Psychol., 6. Aufl., 3 Bände. Leipzig 1908—11.
F. A. Lange: Geschichte des Materialismus, 3. Aufl. Iserlohn 1876.
[2]) R. Avenarius, E. Mach, J. Petzoldt, C. Hauptmann: l. c.
[3]) H. Spencer: l. c.

(entropistischen) von mindestens gleicher Stärke begleitet wird, muß den Aufzugserscheinungen der Entwicklungsarbeit die dissimilative Kraftproduktion zugeordnet sein. Letztere orientiert die Organismen zur Lebenslage, d. h. vor allem zu den systematischen Vorbedingungen jeglicher Systemänderung, welche die Konfiguration der Systemglieder jeweils erst zur Bedingungsgesamtheit des Systems ergänzen. Wir wissen bereits, daß es hierbei stark ankommt auf die Distanz, in welcher die Bedingungen für die Aufzugsphänomene zu erlangen sind. Je größer die Reaktionsnähe, desto mehr intervenieren spezifische Energien, an welche weniger differenziertes Qualitäts- als diffuses Gefühlserleben geknüpft ist und welche besonders zu allgemein persönlichen Entladungen Beziehungen haben. Es ist ein Charakteristikum der höheren Stufen des Lebens, daß die Faktoren des Mediums auch in weiten Räumen immer mehr zu bloß komplementären Bedingungen des organischen Systems im obigen Sinne[1]) werden. Auf den niederen Stufen ist die Orientierung (Handlung) tropistisch-passiv, der Organismus unterliegt gänzlich der Reizübermacht. Ferner nimmt Ausbreitung, Spezialisierung, Komplizierung und Verallgemeinerung des erwähnten Zusammenhanges zwischen der Aufrechterhaltung innerer beziehentlicher Tätigkeiten und gewisser äußerer, ihnen entsprechender in der Tierreihe stetig zu. Ohne Unterbrechung steigt, wie Spencer sagt, die Entwicklung von rein körperlichen zu solchen von psychischen Phänomenen begleiteten vitalen Prozessen.

In der Geschichte der neueren Physiologie stoßen wir auf immer wiederholte Versuche, entscheidende objektive Merkmale ausfindig zu machen für den Anteil psychischer „Wirkungen". Pflüger z. B. berief sich auf die Überschreitung der von ihm festgestellten, heute nicht mehr voll aufrecht zu erhaltender Reflexgesetze (Wegwenden eines Tierfragmentes von einem brennenden Hölzchen) als Beweis für „Willensbewegung", sowie auf die Änderung der äußeren Form der Reaktion angepaßt der Erreichung des Erfolges (Zweck„gedanke"[2])). Beim Rückenmarkshund Sherringtons, der keinerlei Empfindungsqualitäten hat, lösen an derselben Stelle der Haut angebrachte Reize verschiedene Reaktionen aus, je nachdem der Reiz ein solcher ist, welcher am unversehrten Tier Berührungs- oder Schmerzempfindung (einen tango- oder noci-rezeptiven Reflex) ausgelöst hätte. Also ohne jegliches Sensorium ist alles in Bereitschaft und ausführbar. Selbst Goltz[3]) hält sich an Seelenvermögen da, wo Bewegungserscheinungen so verwickelter Natur auftreten, daß unser Denkvermögen nicht ausreicht, sich als Grundlage hierfür eine Maschine vorzustellen. Heute müssen wir in dieser Beziehung Spinozas Ausspruch gelten lassen: „Was der Körper vermag, hat bis jetzt noch Niemand bestimmt, d. h. Niemand weiß bis jetzt aus Erfahrung, was der Körper nach den bloßen Gesetzen der Natur, insofern sie nur als körperliche aufgefaßt wird, zu tun vermag, und was er, ohne durch die Seele bestimmt zu werden, nicht vermag . . ." und stets ausgehen vom biologischen Individuum, resp. vom organischen System.

Das Subjektive läßt sich natürlich nicht lokalisieren. Nicht alle Prozesse des Organismus haben subjektive abhängige Variable, welche in die individuelle Seele eingehen. Die Verkettung jener physiologischen Prozesse, deren einseitig abhängige Funktion (immer im mathematischen Sinne) die persönliche Psyche ist, kann und

[1]) Vgl. R. Avenarius: Kritik der reinen Erfahrung I, i. c. C. Hauptmann: l. c.

[2]) E. Pflüger: Sensorische Funktionen des Rückenmarks. 1853.

[3]) F. Goltz: Beiträge zur Lehre von den Funktionen der Nervenzentren des Frosches l. c.

muß aber lokalisiert werden. Darin liegt die einfache Lösung des Problems vom „Sitze" der Seele[1]).

Für die wissenschaftliche Erkenntnis wird die Welt analysiert[2]). Die Erscheinungen, bzw. die Körper der „Außen"welt fallen für sich in ihren Beziehungen der Physik zu. Mit den Beziehungen derselben Dinge zu unserem Leibe befaßt sich die Physiologie, vor allem hält sich letztere an den Zusammenhang der Veränderungen im Organismus selbst. Die Psychologie endlich knüpft direkt an den Zusammenhang dieser Zusammenhänge an. Mach spricht die Wirkung der Körper auf „mich", d. h. auf die Gesamtheit des „nur Einem unmittelbar Gegebenen" als Gegenstand der Psychologie an. Er beginnt, im Gegensatz zur Erkenntnistheorie, welche ausgeht von logisch direkt und absolut gegebenen Größen, genetisch psychologisch, relativistisch und anthropomorphistisch mit „Elementen", als welche sich die Beziehungen zwischen Leib, Seele und Außenwelt darstellen. „Ich empfinde grün, will sagen, daß das Element grün in einem gewissen Komplex von anderen Elementen (Empfindungen, Erinnerungen) vorkommt. Wenn ich aufhöre grün zu empfinden, wenn ich sterbe, so kommen die Elemente nicht mehr in der gewohnten geläufigen Gesellschaft vor." Nur in der (mathematisch-) funktionalen Abhängigkeit liegt es, daß die Elemente einmal physikalische Objekte, einmal Empfindungen im Sinne der Psychologie sind. Ganz ähnlich wie Mach läßt auch Bergson[3]) rein erfahrungsgemäß die „Bilder"welt in doppelter Weise bestehen, erstens „an und für sich" und zweitens für mich und, in ähnlicher, aber immer wieder verschiedener Weise, für meine Mitmenschen. Eine wesentliche Verschiedenheit der „objektiven" Existenzart der Bilderwelt von derjenigen, wie sie in meiner Wahrnehmung gegeben ist, wird nicht in Betracht gezogen. Von größter Bedeutung muß es in dieser Beziehung sein, daß das Kind seine Vorstellung der Welt nicht aus dem Inneren hinausprojiziert, sondern sein Ich von der Welt abtrennen lernt. Die Dinge existieren für uns insofern, als sie in engeren Beziehungen zu den Handlungsmöglichkeiten unseres Organismus, zum Orientieren des organischen Systems gegenüber den systematischen Vorbedingungen der Änderungen desselben stehen. Die Wahrnehmung überführt die „Existenz" der Dinge in Aktualität. Die Wahrnehmung, resp. der entsprechende Gehirnzustand, registriert, wie der Kompaß die Bewegungen eines Schiffes, die Verschiebungen der Handlungsmöglichkeit des Körpers, welch letzterer ein Tätigkeitszentrum ist. Zur Wahrnehmung kommt man also jeweils durch eine Verminderung dessen, was die „objektive" Welt enthält: Wenn ich konkret gelb wahrnehme, ist ein Gelbes immer schon da, ich stelle „mich" zu einem bestimmten Gelb. Die Trennung zwischen der Welt der Gnosien, Praxien, Assoziationen einer- und derjenigen des reflektierenden Bewußtseins, etwa entsprechend Platons *ψυχὴ ἄλογος* und *ψυχὴ λογιστική (νοητικόν)* ist eine vorwiegend theoretische, in concreto gibt es ein beständiges Hin und Her zwischen den beiden entsprechenden Gehirnebenen. Die einschlägige Kontroverse zwischen E. Mach[4]) und C. Stumpf[5]) scheint damit ihren Ausgleich zu finden.

[1]) Vgl. B. Révész: Geschichte des Seelenbegriffes und der Seelenlokalisation. Enke, Stuttgart, 1917.

[2]) E. Mach: Erkenntnis und Irrtum, l. c.

[3]) H. Bergson: Matière et Memoire. Paris 1896.

[4]) E. Mach: Pflügers Archiv, 136 Bd. (Festschrift für E. Hering, Bonn 1910).

[5]) C. Stumpf: Eröffnungsrede des internat. Kongresses f. Psychologie. München, 4. Aug. 1896.

Die innige Verknüpfung der sinnlichen Elemente in einer zeitlich-räumlichen Stelle können wir (mit Mach) zunächst Materie nennen; von dieser Verknüpfung der Reaktionen der Elemente ist diejenige der menschlichen Empfindungen ein spezieller Fall. Die einfachsten Lebenstätigkeiten des Menschen bestehen, nach Mach, im Gebrauch seiner Bewegungs- und seiner Sinnesorgane. Schon bei Berührung eines Körpers treten neue Elemente und Kombinationen von Elementen auf. Wir beschreiben dies als Hervortreten einer Kombination von Elementen, bedingt durch eine andere Kombination von Elementen, z. B. Gestaltveränderungen, gebunden an den Druck der Fingerspitzen usw. Solche Erfahrungen bedeuten den Beginn der qualitativen und quantitativen Physik des Primitiven. Sie stützt sich auf Erinnerungen an die von charakteristischen Empfindungen begleiteten und geleiteten Bewegungen und an Empfindungen, welche der Körper auslöst, zu welchem sich der Mensch in Beziehung setzt. In unseren Organen haben wir Bewegungsformen vorgebildet (Schlendern, Loslassen usw.), darin ist schon Ordnendes, Klassifikatorisches, auf allgemeine Ziele Gerichtetes. Jede vitale Betätigung führt zu einer solchen primitiven Physik. Für den Naturmenschen ist die Reaktion der ihm erreichbaren Körper gegen seinen Leib am wichtigsten. Handwerk und Technik nötigen dazu, ganze Ketten von Körperreaktionen zur Befriedigung der Bedürfnisse einzuleiten. Die dabei gemachte Erfahrung besteht noch immer in der Erinnerung an sämtliche sinnlichen Vorkehrungen und die dazu gehörigen sinnlichen Erlebnisse. Es macht keinen prinzipiellen Unterschied, daß nicht die Veränderungen unseres Leibes allein in Betracht kommen, daß das persönliche Interesse wegfällt. Die Qualität der Empfindung tritt zurück vor dem Interesse an der Abhängigkeit der Umgebungselemente voneinander. Ich selbst möchte dies so ausdrücken, daß wir uns in der Welt des reflektierenden Bewußtseins von uns selbst als Bezugskörper emanzipieren können, daß wir überhaupt die Bezugskörper zu wechseln imstande sind. Erfahrungsgemäß finden wir jedoch die Denkprozesse zuerst gewöhnlich in unseren Wahrnehmungen, in der psychischen Verarbeitung des sinnlichen Materials (Abstraktion, Vergleich, Zusammenfassung). Die neuere Denkpsychologie hat indessen demgegenüber gezeigt, daß bei dem fern von Wahrnehmungen sich vollziehenden Denken nicht immer Vorstellungen vorausgehen und erst an letzteren synthetische Beziehungen hergestellt werden usw. „Es ist vielmehr gar häufig genau umgekehrt. Etwas, das wir suchen, ist schon bestimmt durch seine Beziehungen zu anderen Gegenständen. Wir erfassen es als dasjenige, welches bestimmte Bedingungen erhält, in bestimmten Relationen zu schon Gegebenem steht." Mit zunehmender Sicherheit erkennt man, daß die Denkverläufe sich wesentlich unterscheiden von Ketten assoziierter anschaulicher Vorstellungen[1]. Stumpf sagt, das, woran sich die gesetzlichen Bestimmungen finden, die den Gegenstand und das Ziel der Naturforschung bilden, sind nie und nimmer die sinnlichen Erscheinungen. Zwischen diesen, wie sie jedem das eigene Bewußtsein darbietet, bestehe nicht die regelmäßige Folge und Koexistenz, welche der Naturforscher in seinen Gesetzen behauptet. Sie bestehe lediglich innerhalb der Vorgänge, die wir als jenseits der sinnlichen Erscheinungen, als unabhängig vom Bewußtsein sich vollziehende statuieren und statuieren müssen, wenn von Gesetzlichkeit überhaupt die Rede sein

[1] Vgl. K. Bühler: Tatsachen und Probleme zu einer Psychologie der Denkvorgänge I, II, III. Arch. ges. Psychol. 9., 12. Bd., 1907, 1908.

soll. Soweit hier der Standpunkt des philosophischen Realismus zum Ausdruck kommt, vermag ich nicht zu folgen. In Wirklichkeit bedient sich die heutige Physik zur Erreichung des Zieles ihrer Forschung, zur Aufklärung der Gesetzmäßigkeit der Beobachtung und der theoretischen Überlegung. Die phänomenologische Betrachtungsweise knüpft an Kirchhoff und Mach an. Andere physikalische Theorien stützen sich auf Annahmen, welche, über die direkte Wahrnehmung hinausgehend, Bestimmungen über unsichtbare Vorgänge enthalten, auf welche dann sichtbare Vorgänge bezogen werden. Wir gewinnen damit Einblicke in eine unseren Sinnen nicht direkt zugängliche „Welt", auf welche vielleicht der in neuerer Zeit geprägte Terminus „metaphänomenal" paßt. An erster Stelle wäre hier die Atomhypothese zu nennen, welche für bestimmte physikalische Vorgänge als bewiesen zu gelten hat. In anderen Gebieten stehen sich atomistische und phänomenologische Behandlung gegenüber. Die sogenannte statistische Mechanik z. B. bedeutet ein Eingreifen der Phänomenologie in die Atomistik. In der Idealmechanik ist die phänomenologische Methode die herrschende. Der Anteil phänomenologischer Begründung der Prinzipien der allgemeinen Thermodynamik, eingeschlossen das aus neuester Zeit stammende Theorem von Nernst, ist ein hervorragender. Es ist indessen nicht zu leugnen, daß die Ergebnisse der kinetischen Theorie der Materie und der Elektronenhypothese der molekularen Behandlungsweise das Übergewicht über die phänomenologische verschafft haben. Aber auch noch in allerjüngster Zeit sehen wir die aus dem Gegenstande erwachsende Notwendigkeit der Einführung phänomenologischer Gesichtspunkte, als Beispiel kann die Einsteinsche Relativitätstheorie gelten und Plancks Quantentheorie. Ich entnehme die vorstehenden Beispiele aus einer lehrreichen Zusammenstellung von W. Voigt[1]).

Auch möchte ich darauf hinweisen, daß alle logische Notwendigkeit in concreto auch nur ein Spezialfall von psychischer Verkettung ist: der Arzt weiß zu genau, was Traum, Fieber, Rausch daran ändern. Aber, was gerade wir Mediziner zugeben müssen, ist, daß die sinnliche und die übersinnliche Welt Stufen von Erfahrung der Reizkomplexe (der art- und individualgemäßen Umwelt) sind, welche gleicherweise ihre biologische Berechtigung haben.

Hat man — positivistisch — die Welt in physische und psychische Phänomene zerlegt, braucht man diese beiden Reihen hinterher nicht wieder absolut in eine zu verwandeln, i. e. die physische in die psychische aufzulösen. Jene Trennung der an sich neutralen Elemente in zwei Systeme (Objektwelt und auf das Ich bezogene „Innen"welt) ist ebenfalls bloß ein erkenntnis-psychologischer Vorgang. Man kann Münsterberg[2]) und anderen darin nicht zustimmen, daß nur den teleologisch denkenden (Geschichts- und Norm-) Wissenschaften die einzelne Persönlichkeit ein Ganzes und Einheitliches, Zielen zulebendes und Werte Setzendes bedeutet, und daß deshalb die Welt mehr ist als eine Summe von physischen und psychischen Vorgängen, nämlich auch ein System von Wille und Zwecken. Person und Individuum gehören (als organisches System) ebensogut auch der objektiven Naturwissenschaft an. Die Person wurzelt im genotypischen Ganzen und ist realisiert in der phänotypischen Korrelation, analog wie in der Selbstbeobachtung und in der Selbst-

---

[1]) W. Voigt: Kultur der Gegenwart, Teil III, Abt. III, 1. Leipzig und Berlin, Teubner 1915.

[2]) H. Münsterberg: Grundzüge der Psychologie. 2. Aufl. Leipzig, Barth, 1918.

bewertung. In unserer Darstellung der Bedingungen des organischen Systems gewinnen wir allerdings eine Auffassung der Persönlichkeit, welche weit entfernt ist von der naiven üblichen. Sie wird der gleichzeitig distributiven und kollektiven Existenz des Individuums gerecht und läßt auch das Seelenleben, unter normalen wie unter pathologischen Bedingungen, nicht schlechthin als Ganzes gelten. Ich wiederhole auch an dieser Stelle, es ist nicht anzunehmen, daß biologische Vorgänge, welche in ihrer Isoliertheit auffallen, bloß als Teile umfassenderer Gesamtvorgänge in Betracht kommen. Die Bedeutung der einzelnen Apparate des Körpers, z. B. des Magens, beruht nicht ausschließlich auf dem Zusammenwirken mit allen sonstigen vegetativen Funktionen, das autonome Leben der Teile ist biologisch durchaus nicht wertlos: die Einheitlichkeit kann bloß als eine Seite des metazoischen Lebens gelten. Von den Bewußtseinszuständen ist es am allerwenigsten zweifelhaft, daß sie zur Einheit zusammengefaßt erlebt werden, ja daß wohl kein Teilchen der Erfahrung in concreto einfach empfunden wird und daß alle Erlebnisse ineinander übergehen. Aber jeder Teil arbeitet auch für sich. Alle Lebensvorgänge, physische und psychische, gehen einzeln und zusammengesetzt vor sich, weil das Leben überhaupt etwas immer aus seinem Gleichgewicht Tretendes, etwas stets im Übergang Befindliches, immer wieder sich selbst Negierendes ist [1]). Schon die oben (vgl. S. 280) skizzierte Bergsonsche Auffassung des Wahrnehmungsaktes schließt als dessen „Zweck“bedeutung gewissermaßen die Orientierung über die dem Objekt gegenüber möglichen Handlungen ein. Aber auf keinem Gebiete ist der Gegensatz zwischen Subjekt und Objekt erschöpfend, das Geistesleben ist in Wirklichkeit niemals bloß Funktion des ersteren, also nur ein einfach-einheitliches Erlebnis, es ist immer auch etwas Analysierbares. Deshalb müssen auch die Geisteswissenschaften teilweise objektivierend verfahren. Enthält z. B. die Geschichte oder die Philologie nichts in Eigenschaften und Beziehungen vom Subjekt Unabhängiges? Wenn man psychische Phänomene als Akte des Subjekts kennzeichnen will [2]), deutet man in unserem Sinne Vitalreihen in Psychismen um, welche letztere doch immer bloß Inhalte bezeichnen [3]). Das Ich ist Gegenglied der Umgebung, aber in demselben Sinne vorgefunden. Der Streit endlich, ob rationale oder Willenselemente [4]) als methodologisches Prinzip zu bevorzugen sind, wird sich in Detailuntersuchungen auflösen.

Erkenntnistheoretische Betrachtung in ihrer Beziehung zur Organisation

2. Selbst wenn es sich uns Ärzten zunächst mehr um praktische Ziele und nicht so sehr um den Zusammenschluß der Wissenschaften zu einem Ganzen oder speziell um die Gewinnung zuverlässiger Begriffselemente für gewisse Teile der Forschung handelt, müssen wir uns von vorn herein darüber klar sein, daß die Frage nach dem Ursprung jeglicher Erkenntnis eine doppelte Bedeutung besitzt. Das rein psychologische Problem des Ursprungs unserer Vorstellungen sowie der Erwerbung unserer Erfahrungen führt zur Auflösung der Erscheinungen des Geistes, welche zur Entwicklung des Bewußtseins gehören, in ihre Elementarprozesse. Die eigentliche erkenntnistheoretische Frage, die hinsichtlich der Berührung von Geist und Körper gar nicht zu umgehen ist, richtet sich aber auf das, der Ordnung der Begriffe nach,

[1]) Vgl. W. James: Das pluralistische Universum. Deutsch v. J. Goldstein. Leipzig, Kröner, 1910. H. Bergson: Les données immédiatesde la conscience. Paris 1888.

[2]) Vgl. C. Stumpf: Abhdl. königl. Preuß. Akad. der Wissenschaften 1906

[3]) J. Petzoldt: l. c.

[4]) W. Wundt: Physiol., Psychologie, l. c. System der Philosophie, 3. Aufl., l. c.

Vorangehende dem gegenüber, was darin abgeleitet ist. Psychologische Untersuchungen reichen also gar nicht aus zur Beantwortung dieser Grundfrage. Nachdem die natürliche („vulgäre") Abstraktion die ursprüngliche Einheit von Innen- und Außenwelt zerstört hat, ist es Aufgabe unseres an einem vorläufigen Ende angelangten Denkens, auf sie wiederum zu reflektieren. Dies sei auch eine Antwort an diejenigen Kliniker, welche zugeben, man solle, auch in der inneren Medizin, den Zusammenhang somatischer Prozesse und psychischer Erscheinungen allerdings mehr als bis jetzt berücksichtigen, welche es aber ausdrücklich ablehnen, den grundlegenden diesbezüglichen Bedingungen ihrerseits näher zu treten, und die sich einfach mit einer überlieferten Terminologie begnügen wollen[1]).

Wir gehen von Grundanschauungen aus, wie sie uns E. Hering[2]) und E. Mach überliefert haben. Die psychophysischen Prozesse können nicht als Endglied der Erregungen des Zentralnervensystems angesehen werden. Man darf sich nicht vorstellen, daß mit ihnen das somatische Geschehen den Beschluß finde und dafür ein phychisches Geschehen beginne, welches dann seinerseits wieder somatische, z. B. motorische Vorgänge veranlassen könne. In die Kette materieller Hirnprozesse läßt sich, nach Hering, nicht ein immaterielles Glied eingeschaltet denken. Die psychophysischen Prozesse „setzen sich nicht zu Empfindungen um". Denn ein physischer Prozeß kann wohl in einen anderen physischen, nicht aber in einen psychischen übergehen. „Eine ununterbrochene Reihe somatischer Vorgänge verbindet z. B. die durch ein starkes Licht in der Netzhaut bewirkte Änderung mit der Muskelkontraktion, durch welche die schützende Hand vor das geblendete Auge geführt wird." Hering macht folgendes „Gleichnis". „Von dem vor einem Spiegel befindlichen Dinge erstrecken sich keine wirklichen Strahlungen bis zu dem hinter dem Spiegel erscheinenden Bilde des Dinges, keine Kette physischer Vorgänge verbindet das Ding mit seinem Spiegelbilde, und die terminalen Prozesse, in welche die von dem Dinge ausgehende strahlende Energie als solche ihr Ende findet, liegen diesseits des Spiegels. Und wie sich diese Energie nicht hinter dem Spiegel in das dort erscheinende Bild umsetzt, ebensowenig setzt sich die somatische Regung unserer Sehsubstanz irgendwie um in psychische Regung. Solches anzunehmen scheint mir nicht besser, als die gespiegelten Dinge hinter dem Spiegel zu suchen."

Keinem Zweifel unterliegt es für den Mediziner, daß man unterscheiden muß zwischen dem nervösen Prozeß, dem hierzugehörigen physischen Korrelat des psychischen Phänomens und dem letzteren selbst. Wir haben z. B. streng auseinanderzuhalten die Sehqualitäten (Farben) als psychische Phänomene und die näheren oder entfernteren physischen Bedingungen (Veranlassungen) dieser Phänomene. Der physiologische Reizeffekt ist eine Auslösungswirkung, in Qualität, Quantität und Richtung abhängig von der spezifischen Energie, dem augenblicklichen Zustand und der Induktion in der betreffenden lebendigen Substanz. Die art- und individualgemäße Umwelt ist ein Geschöpf der genotypisch angelegten, resp. kombinierten Analysatoren des Reizkomplexes, wie sie in den (zentralen) nervösen Anteilen der Sinnesorgane

---

[1]) F. Kraus: Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Seele und Körper in Fragen der inneren Medizin. Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde, I. Bd.

Vgl. für einschlägige Fragen auch K. Jasper: Allg. Psychopathologie. Berlin, Springer, 1913.

[2]) E. Hering: Graefe-Saemisch Handb. der ges. Augenheilk., II. Aufl., 1. Teil, III. Bd., 12. Kap. Engelmann, Leipzig 1913.

gegeben sind. Wir reflektieren dabei also streng biologisch auf die Beziehungen, die jedes Sinnesorgan zum Medium vermittelt. Diese subjektivistische Auffassung im Sinne von Joh. Müller, Purkinje, Helmholtz, E. Hering, Mach und Stumpf, z. T. auch von v. Uexküll und Oehrwall[1]), ist auch die Grundlage aller differentiellen Psychologie. Der Schwerpunkt der Ursachen der Verschiedenartigkeit schon der Empfindungen ist in die Organisation der Spezies und des Artexemplares verlegt. Schon die Empfindungen sind nichts Einfaches. Die psychische Konstitution der einzelnen Persönlichkeit hängt ab von der Entwicklungshöhe seiner Sinne (d. h. von der Möglichkeit introspektiver, beim Tier auch experimenteller, Isolierbarkeit der Empfindungsbestandteile) und von der Einfügungsweise bestimmter Sinne in die Assoziationen zwischen Gnosien und Praxien, in die Stimmung sowie ins Gedächtnis und den Gedankenverlauf, also in die Re- und Perzeption. Die letzterwähnte Rangordnung ist ebenfalls durch einen Naturprozeß, durch die Entwicklungsarbeit abgegrenzt. Das rein Qualitative des Sinnes tritt, wie Asher mit Recht betont[2]), hierbei einigermaßen zurück.

Das psychische Geschehen ist stets begleitet von einem physischen (speziell zunächst in der lebendigen Substanz des Zentralnervensystems). Eine grundsätzlich getrennte Betrachtung beider, resp. die Vernachlässigung dessen, was beiden gemeinsam ist, hindert die Erkenntnis. Denn erfahrungsgemäß stehen dieselben doch im Verhältnis von Korrelaten, und zwar muß auf Grund naturwissenschaftlicher Forschung, mit der die psychologische sich in Einklang bringen läßt, eine einseitige (im mathematischen Sinn) funktionale Abhängigkeit des mit dem Physischen nicht identischen Psychischen vom Physischen, resp. eine eindeutige Zuordnung des ersteren zu letzterem angenommen werden. Dies ist für uns die einzige akzeptable Form einer durchgängigen Parallelismustheorie. Daß ein Bewirktwerden physischer Prozesse durch ohne begleitende physische verlaufende psychische Vorgänge nicht begründet, daß z. B. keine Handlung durch geistige Faktoren eindeutig bestimmt ist, braucht nach dem Bisherigen kaum noch betont zu werden. Aber auch durcheinander sind die psychischen Phänomene, die für uns immer Inhalte, nicht Akte sind, nicht gleichzeitig oder der Folge nach bestimmbar. Das Gegenverhältnis von Rot und Grün z. B. ist aus den Empfindungen nicht ableitbar. Selbst das Gebiet der Erinnerungstätigkeit und des logischen Denkens weisen keine eindeutige Bestimmtheit auf. Wenigstens assoziativ läßt sich, wie das Pawlowsche Verfahren und die psychologische Erfahrung zeigt, jeder psychische Inhalt mit jedem anderen (vorübergehend) in Verbindung bringen. Die psychischen Krankheiten sind direkte Beweise gegen die Eindeutigkeit der Bestimmung geistiger Elemente durcheinander. Alle unternommenen gesetzlichen Zuordnungen psychischer Phänomene untereinander (z. B. die Assoziationslehre) stellen sich nur als Illustration physiologischer Vorgänge heraus (Pawlows Methodik

[1]) Joh. Müller: Handb. der Physiol. des Menschen. Koblenz 1838.
H. v. Helmholtz: Handb. der physiol. Optik. Berlin 1896.
E. Mach: Analyse der Empfindungen. Jena 1902.
E. Hering: Lotos, N. F., V, 1884.
J. v. Uexküll: Ergebnisse der Physiol. II, 1902.
H. Oehrwall: Skand. Arch. f. Physiol. 11, 1901.
Vgl. demgegenüber W. Wundt: Physiol. Psychologie. Leipzig 1902.
[2]) L. Asher: Zeitschr. f. Sinnesphysiol., 41. Bd.

des bedingten Reflexes). Bedienen wir uns in der Medizin des Wortes: Seele, so kann es uns nur nicht gleichmäßig über den ganzen Körper verteilte somatische Organisationen bezeichnen, welche in Verbindungen mit auslösenden Faktoren (Reizen) zur zureichenden Bedingung von Bewußtseinsphänomenen werden[1]. Da wir (vielleicht) nur für die kleine Gruppe der in der Gehirnrinde ablaufenden physiologischen Prozesse psychische Begleitphänomene nachweisen können (nach Donaldson[2]) wiegt der Cortex etwa 650 g), scheint das Psychische hinter dem Physischen bezüglich des Umfanges stark zurückzutreten, aber biologisch-chemische und physikalisch-chemische Untersuchungen zeigen, in welcher Vollständigkeit der gesamte Organismus mit allen seinen Verrichtungen (Stoffwechsel, Selbstvergiftung, innere Sekretion) ins Gehirn hineinragt. Die „einfache" Seele ist darnach eine unmögliche Annahme.

Die Gehirn- und Sinnesphysiologie beweisen, daß Physisches und Psychisches Abhängigkeitsbeziehungen haben müssen. Ohne Berücksichtigung dieser Beziehungen hängen beide in der Luft. Für viele Erkenntnistheoretiker besteht „das Gegebene" bloß aus Vorstellungen und Gedankensymbolen, und sie gehen dann gewöhnlich von der Frage aus, welches Recht wir hätten, jenen beiden eine über das Psychische hinausgehende Bedeutung zu geben?[3]) Und was ist Wirklichkeit? Aber, wollte man die psychische Natur alles Gegebenen tatsächlich zugestehen (die Einteilung der Erscheinungen in physische und psychische ist ein Teil der instinktiven natürlichen Weltanschauung): Schlüsse wären, wie Kleinpeter mit Recht betont, daraus keine möglich. Wenn die ganze Erfahrung psychischer Natur ist, kann der subjektive Faktor auf beiden Seiten der Gleichungen einfach herausgehoben werden, und alles bleibt so, wie in der natürlichen Auffassung. Trotz der vermeintlichen psychischen Natur des Gegegebenen sind uns, wenigsten so weit unsere persönliche Erinnerung zurückreicht, z. B. Farben nie innerhalb unseres Auges erschienen, Außendinge, insofern wir sie sehen, bestehen aber aus Farben. Nennt man also Farben Empfindungen, so haben diese Empfindungen einen Ort außerhalb unseres Leibes. Auch dies ist Ausdruck eines aus der Organisation resultierenden nackten Tatbestandes. Das methodologisch unentbehrliche Prinzip der Relativität aller Bestimmungen[1]), welches die objek-

[1]) Vgl. für das Vorstehende insbesondere auch J. Petzoldt: l. c. und E. Dürr: Anhang zu Busse: Geist und Körper. 2. Aufl. Meiner, Leipzig 1913.

[2]) Donaldson: Journ. of comparat. Neurology, 9. Bd., 1899.

[3]) A. Comte: Cours de philosophie positive. 5. Aufl. Paris 1892.

St. Mill: System der Logik.

Vgl. Laas: Idealismus und Positivismus. Berlin 1879, 1882, 1884.

H. Vaihinger: Philosophie des Als Ob. 2. Aufl. Berlin, Reuther, 1913.

A. Riehl: Philosoph. Kritizismus. 2. Aufl. Leipzig 1908.

Schuppes, E. Machs, Avenarius und Petzoldts mehrfach zitierte Werke.

H. Bergson: Les données immédiales de la conscience, Paris 1888. (Deutsch: Zeit und Freiheit, Diederichs, Jena 1911). Malière et mémoire Paris 1896.

Th. Ziehen: Psychophysiol. Erkenntnistheorie. Jena 1898. Erkenntnistheorie. Jena 1913. Zum gegenwärtigen Stand der Erkenntnistheorie. Wiesbaden, Bergmann, 1914.

H. Kleinpeter: Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart. Leipzig, Barth, 1905.

[1]) Helmholtz: Vorträge und Reden I (Neuere Fortschritte in der Theorie des Sehens).

E. Mach: Popul. wiss. Vorlesungen. 3. Aufl. Leipzig 1903 (Vergleichung in der Physik. Wiener Naturforschertag 1894).

Stallo: Begriffe und Theorien der modernen Physik. Leipzig 1901.

tive Existenz der Dinge nur in ihren gegenseitigen Beziehungen erblickt, zwingt uns ferner zwischen Farbengebilden („Sehdingen“) und Reizkomplexen zu unterscheiden, aus welchen unser inneres Auge die Sehwelt schafft. Mag man sich zum Kantschen Wort: Ding an sich wie immer verhalten, mit Kant muß doch auch heute jeder Naturforscher ein Realist, wenigstens in dem Sinne (aber nur in diesem Sinne) sein, als ihm die Existenz von Reizkomplexen einfach feststeht. Ohne sie würde unser Erkenntnisvermögen gar nicht zur Ausübung erweckt. Auch die Verschiedenheit zwischen Reizkomplex und Analysator bleibt bestehen. Wirklichkeit kann für uns allerdings nichts anderes bedeuten, als was wir auf Grund unserer gesamten sinnlichen Erfahrung und unseres Denkens unter Ausschaltung alles Widerspruchsvollen vorfinden. Damit werden wir im prägnanten Sinn zu Anhängern der Immanenz gegenüber der Transzendenz: die art- und individualgemäße Umwelt besteht nur aus Gegebenem. Aber diesem Gegebenem liegen auch die Reizkomplexe zugrunde. Unser Erfahrungsbegriff deckt sich, immer entsprechend dem Prinzip der Relativität, mit dem von Avenarius, welcher ausgeht von der Unterscheidung zwischen menschlichen Individuen und Umgebungsbestandteilen. Ohne dem extremen Sensualismus Condillacs zu huldigen, gehen wir, im genetischen Sinne, vielfach von den Empfindungsgegebenheiten aus; das Verhältnis der letzteren zu den Vorstellungen fassen wir transformistisch auf. Der Positivismus bezieht die Gesamtheit des Gegebenen in die Erfahrung ein.

Die neuere Psychologie unterwarf, über die Empfindungen hinaus, auch die menschlichen Tätigkeiten des Unterscheidens und Erkennens, des Urteilens und Wählens, die Bedingungen und Leistungen des Gedächtnisses, die Gefühle dem Experiment. Külpe und sein Kreis[1]) haben vor allem die unanschaulichen Bewußtseinsinhalte der Gedanken untersucht. Dadurch ist die Bedeutung der unanschaulichen psychischen Inhalte neben den anschaulichen ins richtige Licht gesetzt worden (Sinnendinge, Gedankendinge). Außer Empfindungen, Vorstellungen und Gefühlen entdeckte man (durch Selbstbeobachtung) Zustände und Akte, die sich jener Klassifikation nicht einfach fügen, die eigentlichen intellektuellen Prozesse. Geübte Versuchspersonen wußten und dachten, urteilten und verstanden, ergriffen einen Sinn und deuteten die Zusammenhänge bei an ihnen vorgenommenen psychologischen Experimenten auch ohne Unterstützung durch auftauchende Versinnlichungen. Bei der Assoziation und Reproduktion der Vorstellungen im psychologischen Sinne ist, ganz entsprechend den Pawlowschen Experimenten, nach Külpe nicht das Wissen vom Inhalt, die Kenntnis der Bedeutung nötig, oder genügt doch nicht; man muß sich zum Erlernen eines Gedichtes Wort für Wort einprägen, um das Ganze treu wiedergeben zu können. Unzweifelhaft zutreffend weist Külpe darauf hin, daß es sich bei der Aneignung des Sinnes eines Gedichtes ganz anders verhält. Bei „geistiger Aufnahme“ schreiten wir zu umfassendsten Leistungen fort (Reproduktion eines Vortrages, eines wissenschaftlichen Werkes). Auch bei Festhalten des Sinnes eines Gedichts usw. fehlt uns nicht selten wiederum die assoziativ festzulegende verbale Fassung. Zu den unanschaulichen Tatbeständen rechnet Külpe außer gedachten Gegenständen mit ihren Be-

[1]) O. Külpe: Psychologie und Medizin. Leipzig 1912. Internationale Monatsschrift, Juni 1912 (Moderne Psychologie des Denkens).

K. Bühler: Arch. ges. Psych. 8, 1906. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, II. Bd. Jena, Fischer, 1912.

schaffenheiten und Beziehungen, auch Sachverhalte, die sich in Urteilen ausdrücken lassen, und die Funktionen (Akte), mit denen wir zu gegebenen Bewußtseinsinhalten Stellung nehmen, sie ordnen und bestimmen, sie anerkennen oder verwerfen. „Konnte man sich auf Grund der Empfindungs- und Vorstellungslehre eine Mosaikstruktur des Seelenlebens und eine automatische Gesetzmäßigkeit im Kommen und Gehen der Bewußtseinselemente zurechtlegen, war jetzt einer solchen Anlehnung an chemische Analogien der Boden entzogen. Nur noch als künstliche Abstraktionen, als willkürlich herausgelöste und verselbständigte Bestandteile konnten die anschaulich gegebenen Inhalte gelten. Innerhalb eines vollen Bewußtseins aber werden auch sie zu Teilerscheinungen, von Auffassungseinflüssen verschiedener Art abhängig und in einen Zusammenhang geistiger Prozesse gestellt, der ihnen Sinn und Wert für das erlebende Subjekt verleiht." Als bloßer assoziativer Ablauf von Vorstellungen ist das Denken nicht zu begreifen. Die von Hume begründete Assoziationspsychologie hat ihre Alleinherrschaft eingebüßt. Die von den Gesetzen der Vorstellungsassoziation nicht beeinflußten Beziehungen, die sie miteinander eingehen, haben uns, nach Külpe, die Selbständigkeit der Gedanken als einer besonderen Klasse von Bewußtseinsinhalten dargetan. Im Suchen, Aufnehmen und Erfassen von Gegenständen, sowie in der Beschäftigung mit ihnen, endlich in der Wirkung auf sie, besitzen wir Spontaneität, Aktivität. Aber Külpe irrt, wie wir noch sehen werden, in der Annahme, daß die Physiologie hier keinen Rat weiß. Die Biologie kann sehr wohl, diese Anregungen verwertend, an die neuen Tatsachen Anschluß finden. Auch wir Mediziner haben allen Grund in den Gedanken nicht bloß Zeichen für Empfindungen, sondern selbständige Gebilde innerhalb der psychischen Korrelate der allerhöchsten Abteilung des Zentralnervensystems zu erblicken. Höchst bemerkenswert gerade in dieser Hinsicht ist es, daß Denken mit einer gewissen Hingabe und Vertiefung und die Gedanken gleichzeitig zu beobachten nicht durchführbar ist. Das Ich verschwindet dabei. Jenes Beobachten ist eine Orientierung unserer selbst, die erst nach Ablauf einer Funktion, wie das Denken, retrospektiv einsetzt. In einem Punkte können wir Külpe natürlich nicht folgen, wenn er nämlich das Denken als das Werkzeug bestimmt, mit dessen Hilfe eine Setzung und Erkenntnis des „Realen" allein möglich werde, wohingegen die sinnlichen Elemente bloß der Ausgangspunkt für eine naturwissenschaftliche Untersuchung bilden würden! Für eine objektive Wirklichkeit an sich haben wir kein Verständnis.

Aber es ist zuzugeben, daß die Noumena, den sinnlichen Elementen gegenüber, beständiger sind. O. Wiener[1]) bezeichnet zunächst die physikalischen Hilfsquellen als eine Erweiterung und Verfeinerung unserer Sinne. Die physikalischen Theorien werden unabhängig von der besonderen Qualität der Sinnesempfindungen. Mach sagt: „Wir treiben Physik, indem wir Variationen des beobachteten Subjekts ausschließen, durch Korrektionen entfernen, oder in irgendeiner Weise von denselben abstrahieren. Wir vergleichen die physikalischen Körper oder Vorgänge miteinander, so daß es nur auf Gleichheit und Ungleichheit einer Empfindungsreaktion ankommt, die Besonderheit der Empfindung aber für die gefundene Beziehung, die in Gleichungen ihren Ausdruck findet, nicht mehr von Belang ist. Hierdurch gewinnt das Ergebnis der physikalischen Forschung Gültigkeit nicht nur für alle Menschen,

[1]) O. Wiener: Erweiterung der Sinne. Leipzig 1900.

sondern selbst für Wesen mit anderen Sinnen, sobald sie unsere Empfindungen als Anzeigen einer Art physikalischer Apparate betrachten. Dieselben würden nur für diese Wesen keine direkte Anschaulichkeit haben, sondern müßten hierzu in ihre Sinnesempfindungen übersetzt werden, etwa so, wie wir uns Unanschauliches durch graphische Darstellung veranschaulichen[1]." Uns kommt es hier darauf an, daß wir über unsere Sinne hinauskommen. Wir werden sehen, daß es wiederum unsere Organisation ist, welche uns hierzu befähigt.

Es gibt also Denkvorgänge im Anschluß an die Wahrnehmungen. Diese Denktätigkeiten knüpfen an die Vorstellungen an. Aber es gibt auch ein fern von den Wahrnehmungen sich vollziehendes Denken, bei dem nicht Vorstellungen vorausgehen, bei dem es sogar, wie Bühler feststellt, genau umgekehrt vor sich geht. Auch an dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß der Mensch in seinen Ausdruckmitteln, vor allem in der Sprache ein allgemeines System von Zeichen für Tatbestände besitzt[2]. Diese Darstellungsfunktion dient auch der Beeinflussung, welche die Individuen aufeinander ausüben. Unser Denken ist im weiten Umfang an die (innere) Sprache gebunden. Bemerkenswerterweise machen gerade die im unmittelbaren Anschluß an die Wahrnehmungen sich vollziehenden Denkprozesse nach Bühler hiervon eine Ausnahme.

Die psychischen Phänomene, stigmatisiert durch ein Epi in bezug auf die physischen, sind von Manchen nicht bloß unbegreiflich, sondern auch biologisch überflüssig genannt worden. Das Bewußtsein hat man mit einer Art von Phosphoreszenz verglichen (Ribot), welches, unsere Bewegungen begleitend, deren Spur erhellt. Ganz inhaltsleer wäre selbst dieses Gleichnis nicht, denn das Phosphorleuchten (resp. der Oxydationsvorgang des Phosphors) „aktiviert" Sauerstoff unter Ozon und H_2O_2-Bildung. Den Kern der Sache trifft jener Vergleich natürlich nicht. Schon Spinoza wies auf die Bewegungssicherheit des Nachtwandlers hin und Edinger erklärt den bloß in der Welt der Gnosien und Praxien arbeitenden Polizeihund für einen besseren Detektiv als den menschlichen, weil jener nicht reflektiert. Ich selbst möchte den (und zwar gerade die höchsten) psychischen Phänomenen, z. B. den Denkinhalten, vor allem eine soziale Bedeutung beimessen. Ursprünglich Korrelate individueller menschlicher Entwicklung, unterliegen auch sie der Tendenz zur Stabilität.

Der Arzt sieht zunächst, daß psychische Inhalte beim Menschen regelmäßig in Komplexen auftreten. Aber letztere sind — nach Mach — nicht immer ein volles, waches Ich (Traumbewußtsein, hypnotisches, ekstatisches usw. Bewußtsein). Ja, durch unsere Ausdrucksmittel gelangen unsere Ideen ohne alle Metaphysik dazu, eine Art unpersönlicher, außermenschlicher Existenz zu führen. Hier ist vielleicht die Anführung eines Analogons gestattet. In einer vorausgegangenen Periode der Wissenschaft gab es kein anderes Mittel, Magnetismus in einem Stahlstück zu erregen, als durch einen vorhandenen Magneten. Jetzt wissen wir, daß strömende Elektrizität magnetische Eigenschaften besitzt. Magnetische Kraftlinien treten da auf ohne Stahl

[1]) E. Mach: Erkenntnis und Irrtum. 2. Aufl. Leipzig, Barth, 1908.

[2]) H. Steinthal: Abriß der Sprachwissenschaft I, Berlin 1881.

M. Lazarus: Leben und Seele, II. Bd. (Geist und Sprache). 3. Aufl. Berlin 1885.

G. Gerber: Sprache und Erkennen. Berlin 1884.

K. Bühler: l. c.

H. Gutzmann: Neuausgabe von A. Kußmauls Störungen der Sprache (4. Aufl.). Leipzig, Vogel, 1910.

oder Eisen, sie sind den zuvor bekannten ganz ähnlich, brauchen aber keine Materie, an der sie haften: sie existieren auch im vollkommenen Vakuum. Dieses Verhalten kann uns nun, nach meiner Meinung, eine Parallele bieten für unsere Einschätzung der sozialen Bedeutung des Geistes[1]). Die Gleichung einer Parabel, sagt Lotze[2]), bedingt gewiß nicht die Existenz einer Parabel. Und doch ist in der Gleichung der Parabel das Ganze ausgedrückt, ja, da sie unendliche Schenkel hat, ist sie sogar durch eine Zeichnung nie vollständig herzustellen. Soll sie aber wirklich entstehen, so muß der Zeichner hinzukommen, der die Lage der Abscissenlinie gegen den Plan der Zeichnung feststellt, der auf ihr ferner den Anfangspunkt der Kurve bestimmt, der endlich z. B. durch das Anhaften der Kreidemoleküle am Holze ihre Bahn beschreibt. Sobald der Zeichner nur einen unendlich kleinen Bogen der Parabel, gleichviel aus welchem Teile der Bahn, gezeichnet hat, ist die Lage aller übrigen Bogen und ihre Krümmung bestimmt. Wir werden noch sehen, daß die psychischen Korrelate gerade der höchsten Abteilung des Gehirns überhaupt eine Art von Kontraktion jeweils zu einem eigenartigen Ganzen, in welchem die Teile bleiben, was sie gewesen, eben psychische Aggregate, darstellen. Außerhalb des Organismus ist die als Beispiel gewählte Kurvengleichung ein abstrakt ideales Muster für ein Geschehen. In Reaktionsnähe, mit einem menschlichen Gehirn brauchen aber ideelle Dinge nur einen kleinen Stamm des bei der ausgeführten Parabelzeichnung erwähnten „Wirklichen", in welchem, entsprechend der Gleichung, allem Übrigen der Ort und die Art der Anlagerung bestimmt ist, um sich das Ganze zu verkörpern. Dieser kleine Stamm des Wirklichen ist aber bei jeder psychischen Regung im Menschen tatsächlich stets vorhanden. In früheren Auseinandersetzungen ist darauf verwiesen worden, daß auf tiefen Stufen des Lebens als niedrigste Art der Inbeziehungsetzung zwischen Artexemplar und Umwelt die Form „richtender" Tropismen sich vorfindet. Selbst bei den höchststehenden Organismen, inbegriffen den Menschen und selbst bei den höchsten geistigen Leistungen des letzteren, sind teilweise noch Tropismen vorhanden. Niedrige Sinnesapparate ohne betonte Qualität, aber mit Effekt auf die Stimmung, wie Vorhof und Bogengänge des inneren Ohres vermitteln energische tropistische Reaktionen. Aber auch perzipierenden Sinnesapparaten ohne starke Gefühlsbetonun und Trieberweckung fehlen die Tropismen nicht. Höchst bemerkenswerter Weise bellt der Hund gegen sein Spiegelbild, der Affe und der primitive Mensch greifen hinter den Spiegel, die Lenkung, die energetisch natürlich vom reizenden Umgebungsbestandteil ausgeht, fällt zusammen mit der Richtung der reflektierten Strahlung, sie ist gegen einen rein ideellen Gegenstand gerichtet. Man sieht, daß Erkenntnis und Irrtum aus derselben Quelle fließen und daß, in einem bestimmten prägnanten Sinn, eine Idee als fundamentale Art motorischer Reizung angesehen werden kann (meist kombinierter), gleichgültig ob dieselbe suggeriert ist von außen oder eigenen Bewußtseinszuständen entspricht. Nur in diesem eingeschränkten Sinne betrachte ich selbst Bewußtseinszustände als integrierende Bestandteile vitaler Reihen. Die höchsten geistigen Phänome, z. B. die Aufmerksamkeit, finden wir mit charakteristischen Muskelaktionen und Sensationen verknüpft.

So erklärt es sich auch, daß praktisch psychologische Untersuchungen ganz richtig sich nicht mit den Unterschieden des Physischen und Psychischen befassen,

[1]) Vgl. O. Lodge: Leben und Materie. Berlin, Curtius, 1908.

[2]) H. Lotze: Leben, Lebenskraft in Wagners Handwörterbuch der Physiologie, I.

sondern daß hier, ganz abgesehen vom Stoff, bloß eine bestimmte Untersuchungsrichtung entscheidet. Physikalisches Objekt ist etwa eine Farbe, wenn die Abhängigkeit von der Lichtquelle in Frage kommt, physiologischer Gegenstand, wenn es sich um die Beziehung zur Retina handelt, psychologisches Phänomen endlich, wenn wir z. B. die Entfernung schätzen[1]).

Die Bestimmtheit, welche sich aus den Beziehungen der Elemente (im Sinne von Mach) ergibt, ist zunächst eine simultane. Die Funktion (im mathematischen Sinne) kann auch die Zeit enthalten. Folgezeitige Abhängigkeit (mit Einsinnigkeit und Stetigkeit der Änderungen[2]) entspricht am meisten dem, was die Kausalgesetzlichkeit gewöhnlich postuliert. Ziehen[3]) vertritt nun die Ansicht, daß erkenntnistheoretisch eine Trennung der Empfindungsgegebenheiten durch eine zweifache Gesetzmäßigkeit, welcher sie unterliegen, vorzunehmen ist („Binomismus"). Das, im Gegensatz zur gewöhnlichen sukzedanen Bestimmtheit, „instantan", „parallelgesetzlich" Abhängige umfasse die psychischen Gegebenheiten („Gignomene"). Ich selbst möchte an einem Beispiel zeigen, wie ich diese reine Funktionalbeziehung in die menschliche Organisation verlege, auf die mir übrigens auch Ziehen zu reflektieren scheint. Die physikalisch-mathematischen Einzelheiten des gewählten Beispiels findet der Leser bei Weinstein[4]). Die Schwere, als Ausübung einer Kraft durch eine (tote) Materie auf eine andere im Abstande von, sagen wir 150 Millionen Meter, in welchem nichts den Körpern Gleiches vorhanden ist, hat dem Verständnis immer Schwierigkeiten bereitet. Sonstige „Kräfte", welche durch Vermittlung anderer Gegenstände wirken (Stoß, Zug usw.), wobei die Körper in Berührung kommen, erfassen wir in mechanischen Bildern. Wenn etwas durch Vermittlung von anderen Körpern geschieht, bedarf es stets einer gewissen Zeit, was auch von den meisten anderen Kräften für ihre Verbreitung durch den Raum festgestellt ist. Die Schwerkraft braucht nun keine Zeit, um sich zu verbreiten. „Sie ist in demselben Moment, in dem sie entsteht, sofort über Millionen von Meilen verbreitet." Wo aber keine Zeit da ist, scheint jene erwähnte Vermittlung ausgeschlossen. Bei der Schwerkraft ändert die Zwischenschiebung eines fremden Körpers in die „Maschinerie", z. B. der Venus zwischen Erde und Sonne, nichts an der Anziehungskraft dieser beiden aufeinander, während der Gang einer gewöhnlichen Maschine dadurch gehemmt wäre. Auch das hindert uns, von der Schwerkraft mechanische Bilder zu machen. An Stelle der „Kräfte" ist ja in unserer Zeit die „Erscheinung" getreten, wir wissen bloß, daß ein Körper gegen die Erde fällt, wenn wir ihn frei lassen. Die unter die Schwerkraft subsumierten Erscheinungen erschienen dabei als Folge der „Umgebung", in der wir leben, als Folge der Eigenart unseres Raumes und unserer Zeit. Die Frage, wie Raum und Zeit zu denken sind, damit die Erscheinungen der Schwerkraft herauskommen, beantwortet die Einsteinsche Realitivitätstheorie[5]). Diese Theorie läßt Raum und

[1]) E. Mach: Analyse der Empfindungen. 5. Aufl. Jena, Fischer, 1906.

[2]) J. Petzoldt: l. c.

[3]) Ziehen: l. c.

[4]) Weinstein: Archenholds Weltall, 16. Jahrg., 11. u. 12. Heft, 1916.

[5]) A. Einstein, Lorentz, Minkowski: Relativitätsprinzip. Leipzig u. Berlin 1912.

Einstein: Über die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie. Sammlung Vieweg, Braunschweig 1917.

E. Freundlich: Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationslehre. Springer, Berlin 1916

H. Minkowski: Raum und Zeit. Leipzig u. Berlin, Teubner, 1909.

Zeit eine Gemeinschaft bedeuten, beide sind ein Gebiet mit vier Abmessungen, in der Welt spielen Zeitdauer und Raumweg dieselbe Rolle, der Weg ist auch in der (physikalischen) Zeit vorhanden als Weg. Was sich „in der Natur" abspielt, würde sich also in dem vierdimensionalen Raum-Zeitgebiet abspielen. Lassen wir die Erde sich in einer Ellipse um die Sonne bewegen, ist dies im Raum gemeint; im Raum-Zeitgebiet muß es eine ganz andere Linie sein. Dieses Raum-Zeitgebiet gilt in der Physik zunächst als stetig, ohne Unterbrechung. Ferner wird es zu den krummen Gebilden in der Natur gerechnet. Es gibt gerade und krumme Räume, wie es krumme Linien und Flächen gibt; die Anschaulichkeit geht allerdings bei ersterem verloren. In einem krummen Raum geht der Lichtstrahl nicht geradlinig vorwärts, und ein Körper, auf welchen keine Kräfte wirken, bewegt sich nicht geradlinig fort. Trotz der Krummheit hat die Verbringung eines Körpers von einer zu einer anderen Stelle im Raume keinen Einfluß auf dessen Länge, der Raum ist auf den Körper wirkungslos. Dies gilt auch für die Drehung um eine Achse. Nach H. Minkowski sind alle Gesetze der Veränderungen in der Form insofern gleich, als sie fünf Größen enthalten, von denen vier zu den Abmessungen des Raum-Zeitgebietes in Beziehung stehen und die fünfte jene vier in eine Einheit zusammenfaßt. Diese Form bleibt, wohin die betreffende Erscheinung im Raum-Zeitgebiet verbracht werden mag, oder wie dieses selbst in bezug auf die Erscheinung verbracht oder gedreht wird. Auch noch beim Übertragen in ein anderes Raum-Zeitgebiet wird diese Form gewahrt. Der Inhalt, den ein Naturgesetz neben der Form hat, richtet sich nach den Erscheinungen. Gilt dies auch für die Schwerkraft, dann muß die Newtonsche Formulierung des Gravitationsgesetzes in die erwähnte Form gebracht werden können. Die neue Darstellung, welche die Erscheinung der Schwerkraft erklärt und dem neuen Gesichtspunkt, dem alle Gesetze gehorchen sollen, entspricht, gelang Einstein. Wenn das Raum-Zeitgebiet keine stofflichen Wirkungen übt, wenn also die Erscheinungen der Schwerkraft nur von geometrischen Eigenschaften desselben abhängen, also von solchen, welche das Messen betreffen, und wenn das Gravitationsgesetz auf die besprochene Form zu bringen ist, erhebt sich die Frage, wo nimmt man diese Maßeigenschaften her? Zu diesem Zwecke nimmt Einstein eben an, daß das Raum-Zeitgebiet nicht gerade, sondern gekrümm ist. Einstein erkannte, daß man gerade die Maßeigenschaften einer Riemannschen Formel, welche die Bedingung dafür enthält, daß ein Raum gerade ist, während er im Gegensatz als gekrümmt zu gelten hat, wenn diese Bedingung sich nicht erfüllt, unmittelbar in ein Gesetz bringen kann, das dem früher besprochenen Grundsatz entspricht. Bei Benutzung dieses Gesetzes mit den angenommenen Maßeigenschaften und der Riemannschen Bedingung können die Bewegungen der Himmelskörper (im Raum-Zeitgebiet) sogar noch genauer erklärt werden, wie durch dasjenige von Newton. Wenn kein Körper, wie wir gesehen haben, auf die Schwerkraft Einfluß hat, ist dies nunmehr klar: auf rein geometrische Verhältnisse, durch welche gegenwärtig die Schwerkraft erklärt ist, wäre eine solche Beeinflussung nicht denkbar. Es ist dann auch nicht möglich, daß die Schwerkraft Zeit braucht, um sich zu verbreiten. Die hier allein maßgebenden geometrischen Eigenschaften sind aber psychische Korrelate organischer Entwicklungen, sie sind also in unserer Organisation bedingt, wenn diese letztere sie auch zum Teil an Reizkomplexen schafft. Das ist also gerade so, wie in der Euklidischen Geometrie eine Gerade durch zwei ihrer Punkte eindeutig be-

stimmt ist, und wie auch sonst den geometrischen Begriffen Gegenstände in der Natur „entsprechen". Das nicht weiter Zerlegbare hängt eben sowohl mit innerhalb und außerhalb unserer Organisation liegenden Umständen zusammen. Die Beschleunigung der Körper durch die Wirkung des „Schwerefeldes" aber ist weder vom Material noch vom physikalischen Zustande des Körpers im geringsten abhängig.

Noch ein anderes zentrales erkenntnistheoretisches Problem hängt mit der Organisation unserer Bewußtseinszustände zusammen. In Anlehnung an Mach gelangen wir bei der Analyse des natürlichen Weltbildes zunächst zu den „Elementen" als Beziehungen zwischen Leib, Seele und Außenwelt. Dieselben Komplexe und Elemente erscheinen nun gleichzeitig in zwei verschiedenen Systemen. Einmal in einem solchen, wo alle Elemente für einen bevorzugten einzigen Komplex variieren, und zwar unter beständig wechselnden Verhältnissen des konkreten Wahrnehmungsvorganges, in welchen sie die Orientierung, resp. die beginnende Reaktion desselben widerspiegeln, in welchen sie sich nach diesem (unserer Person), als Zentrum des Handelns, ordnen. In einem zweiten System haben die gleichen Komplexe und Elemente quantitative Beziehungen zueinander, jedes Glied hängt unisoliert mit allen seinen Bestimmungen von der Stelle ab, die es in der Gesamtheit einnimmt[1]. Das erstere System „einer auf die Ichvorstellung bezogenen Innenwelt" gegenüber einer „nur in Lagebeziehungen veränderlichen Objektwelt" führt z. B. Münsterberg als Beweis dafür an, daß die Wirklichkeit mehr ist als eine Summe von physischen und psychischen Vorgängen, nämlich auch eine Welt von Absichten und Zwecken. In ihr sei die Persönlichkeit ein Ganzes und Einheitliches, dessen Realität nicht in den psychophysischen Atomen gesucht werden dürfe. Der Gegensatz, welcher das naive Bewußtsein vorfindet, und welcher von der erkenntnistheoretischen Kritik der Erfahrung als einzig zulässiger Ausgangspunkt festgehalten werden müsse, sei mithin nicht der von Physisch und Psychisch, sondern der von Subjekt und Objekt, wobei das Objekt Vorstellung und Objekt zugleich ist. Um solche Anschauungen auf das richtige Maß zurückzuführen, werden wir nach der Ursache fragen, welche die Gegebenheiten in jenen zwei Systemen nebeneinander bestehen lassen, und nach der Beziehung, welche sie zueinander haben. Dabei wird sich von selbst auch herausstellen, ob das psychische Leben für eine wissenschaftliche Betrachtung nicht als zerlegbares Objekt, als Korrelat der Organisation, sondern bloß als Funktion des Subjekts, als durchaus einheitliches Erlebnis zu denken ist. Das Ergebnis möchte ich, vorwegnehmend, dahin zusammenfassen, daß die Rolle des „Bezugskörpers" im weitesten Wortsinn von dem abhängt, was wir als in unserer Organisation veranlagtes und modifiziertes „Verhalten" nach seinen verschiedenen Verwicklungen genannt haben, und daß auch die Persönlichkeit, die neutrale, wie die psychische, eine kollektive und distributive Existenz führt.

Schon bei früheren Besprechungen der Verhältnisse zwischen dem Aufbau des Nervensystems und seiner Tätigkeit hielten wir uns größtenteils an Edingers Einteilung der Leistungen desselben[2].

Nach Edinger verrichtet das Paläenzephalon alle Sinnesrezeptionen und Be-

[1] H. Bergson: Materie und Gedächtnis l. c.
H. Münsterberg: Grundzüge der Psychologie. 2. Aufl. Leipzig 1918.

[2] L. Edinger: Bau und Verrichtungen des Nervensystems. 2. Aufl. Leipzig, Vogel 1912. Handwörterbuch der Naturwissenschaften IV. Jena 1913.

wegungskombinationen (Rezeptionen, Motus, das dazwischenliegende: Relationen), nicht aber Wahrnehmungen, Handlungen, Assoziationen. Das Paläenzephalon vermag einzelne neue Relationen zwischen Rezeptionen und Motus zu knüpfen, aber es kann nicht Assoziationen bilden. Es ist der Träger vieler Reflexe und Instinkte. Bei den Säugern entsendet das Paläenzephalon aus vielen seiner Teile Fasern zum Apparat der Hirnrinde. Alle sensiblen und Sinnesnerven, die bei niederen Vertebraten ihre letzten Verbindungen nur bis zum Mittelhirn und Thalamus vortreiben, erreichen bei jenen (durch Fasern aus dem Thalamus zur Rinde) den Cortex. Infolgedessen treten zu den wenigen vorher vorhandenen Verknüpfungsmöglichkeiten unzählige. Aus dem Rindenapparat entspringende Bahnen können auf das Paläenzephalon übertragen, was im Cortex zustande gekommen ist, können das Effektorische anders, komplizierter gestalten.

Der kortikale Apparat (das Neenzephalon) zerfällt wiederum in zwei Abteilungen, die Sinneszentren und Abschnitte für Zusammenordnung der Praxien einer- und die Felder andererseits, welche zwischen und vor den Sinneszentren liegen. Die erstere ist bereits (vgl. S. 327) besprochen worden. Sie ermöglicht die Gnosien, Praxien und Assoziationen, wobei die Rezeptionen und Motus weiterbestehen (man denke nur an den Neugeborenen). Die phyletisch älteste Rinde verknüpft sich mit denjenigen Teilen des Paläenzephalons, welche dem Geruch- und Oralsinn dienen, erst allmählich gesellen sich andere kortikale Gebiete ihr zu. Bei den Säugern erreicht das Rindenzentrum des Riechapparates die höchste Ausbildung. Es addiert sich also, nach Edinger, zu dem niederen Apparat in der Tierreihe allmählich an Ausdehnung zunehmend noch ein höherer. Und im gleichen Maße gewinnt das Neenzephalon physiologisch Einfluß auf die niederen Zentren des Paläenzephalons, welche bei Fischen und Amphibien noch isoliert arbeiten. Entfernung des Cortex bewirkt Störungen in den Leistungen auch des Paläenzephalons bei solchen Tieren, welche einen Teil ihrer Verrichtungen unter Inanspruchnahme der Rinde ausführen gelernt haben. Goltz' Hund ohne Hemisphären war unbeholfener als ein neugeborener Hund (Hemmung des Paläenzephalons durch die Narbe, wachsende Wertigkeit der Rindenverwendung in der Tierreihe bis zum Menschen. Der Mensch verliert sogar bei Zerstörung entsprechender Rindenpartien dauernd die Fähigkeit des Gebrauches der damit verbundenen Extremitäten). Edinger hält es für wahrscheinlich, daß bereits im Paläenzephalon gewisse Komplexe niederer Ordnung bestehen, welche, den elementaren Verrichtungen des Körpers dienend, wahrscheinlich auch schon als Ganzes der Rinde übermittelt werden.

Ich selbst möchte auf diesen Abschnitt des Neenzephalons besonders auch alles dasjenige übertragen, was die Methodik Pawlows und seiner Schüler uns gelehrt hat[1]). Ich sehe darin also mit Pawlow einen Mechanismus von Analysatoren und einen solchen der zeitweiser Vereinigung, gleichsam einer zeitweiligen Schließung der Leitungsbahnen zwischen den Erscheinungen der Außenwelt und den Reaktionen des Körpers auf diese (vgl. oben S. 285, 327), die genotypisch angelegten und kombinierten Sinnesorgane zerlegen, je nach der art- und individualgemäßen Organisation, die Reizkomplexe in Einzelheiten. Was in der Sinnesphysiologie an subjek-

[1]) J. P. Pawlow: Naturwissenschaft und Gehirn. Deutsch von G. W. Volborth, Wiesbaden, Bergmann 1910.

tivem Material hierüber vorliegt, gehört zum Teil der zweiten (höheren) Abteilung des Neenzephalon an. Der Analysator beginnt mit dem äußeren rezeptorischen Apparat und endigt im Gehirn, und zwar bald in niederen, bald in höheren Abschnitten, letzterenfalls gewöhnlich auf sehr komplizierte Weise. Jeder periphere Apparat stellt im Sinne von Pawlow einen Transformator der gegebenen äußeren Energie in spezifische Nervenprozesse dar. Mit Hilfe des „bedingten" Reflexes sind viele der daran sich knüpfenden Sonderfragen einer Lösung zugänglich. Über die zweitangeführte temporäre Verbindung („bedingter" Reflex) ist schon früher (vgl. S. 285) alles Nötige gesagt worden. Zwischen den Rezeptionen und Motus bestehen einfachere und ständigere Verknüpfungen (Relationen) nach dem Schema gewöhnlicher Reflexe. Bei der hier in Betracht kommenden (assoziativen) zeitweiligen Verbindung von Gnosien und Praxien spiegeln sich die Erscheinungen durch Vermittlung dieses Teils des Neenzephalons auf die Tätigkeit des Organismus ab (Orientierung, Handlung). Unter gewissen Bedingungen bleiben sie für den Organismus indifferent. Die zeitweilige Verbindung ist auch eine veränderliche, wie wir bereits gesehen haben; als stete Verknüpfungen würden sie schon mit Rücksicht auf ihre große Menge auch in den umfangreichsten nervösen Apparaten keinen Platz finden. Zeitweilige und variable Verbindung ermöglicht es, daß bald diese, bald jene Erscheinung der Außenwelt ihre Wirkung als Reize geltend machen, die vonseiten des Organismus dann im gegebenen richtigen Moment („Gegenwart") eine (positive, negative) Bewegungsreaktion gegenüber dem Objekt hervorrufen. Da die bedingten Reflexe nach meiner Auffassung ihren Sitz haben in dem erwähnten ersten Abschnitt des Neenzephalon, wo ein fortwährendes Zusammentreffen der unzähligen Einwirkungen der Außenwelt statthat, ist es verständlich, daß zwischen ihnen ein unaufhörlicher Kampf statthat und so eine „Balance" und eine „Wahl" ermöglicht wird. Die fortwährende Erregung, Hemmung und Enthemmung der bedingten Reflexe ist bereits erwähnt worden (vgl. S. 287).

Den niederen Sinnesempfindungen schließen sich die (elementaren) Gefühlsempfindungen[1]) an. Ich folge der Auffassung von Meynert, Baldwin, C. Lange, W. James und C. Stumpf, welche die körperlichen Gefühle als eine Klasse organischer Sinnesempfindungen definieren. Gefühlsempfindung will in diesem Sinne besagen: Empfindung, welche einem Gefühle zugrunde liegt. Es gehören hierher die (körperlichen) Schmerzen, von außen oder aus dem Innern des Organismus stammend, das körperliche Wohlgefühl in seinen allgemeinen und speziellen Formen (eingeschlossen die Lustkomponente des Kitzels), die Muskelgefühle, das Juckgefühl, die Sexualgefühle. Ich selbst beziehe ferner Hunger und Durst ein. Allgemein wird endlich auch hierher gerechnet, was an Annehmlichkeit und Unannehmlichkeit mit Temperaturen, Gerüchen, Geschmäcken, Tönen, Farben sich verbindet. Wohlgemerkt, alles dies ohne integrierende Beteiligung intellektueller Phänomene! Die intellektuellen Gefühle und die Gemütsbewegungen[2]) enthalten gewöhnlich reichlich Komponenten von Gefühlsempfindungen; es zieht diese Empfindungsklasse höhere Gefühle nach sich und den Gemütsbewegungen sind z. B. sinnliche Schmerz- und Lustempfindungen wegen der begleitenden organischen Prozesse beigemischt. Der Unter-

[1]) Vgl. C. Stumpf: Zeitschr. f. Psychologie, 44. Bd. Leipzig, Barth, 1907.
[2]) C. Stumpf: Zeitschr. f. Psychol. Leipzig, Barth. 21. Bd.

schied zwischen den höheren und niederen Sinnesempfindungen besteht darin, daß letztere einen vorwiegend tropistischen Charakter besitzen, daß sie, während die höheren Sinnesapparate das effektorische Geschehen ökonomisch „kanalisieren", die aufgestapelte Energie in diffuser Reaktion verschwenderisch zu verausgaben Anlaß geben, daß bei jenen das sinnlich qualitative Moment zurücktritt und daß sie temporäre Verbindungen mit Reizkomplexen, welche dem Körper besonders nahe, resp. in ihm selbst liegen, eingehen. Dies führt direkt hinüber zu den Gefühlsempfindungen. Den Gefühlsempfindungen fehlt ebenfalls nie eine „Stellungzunahme" dazu: Annehmen, Ablehnen Suchen und Fliehen.

Stumpf führt vor allem an: die Schmerzempfindungen und die in Hautreizungen oder vegetativen Zuständen wurzelnden Lustempfindungen. Es handelt sich hauptsächlich um eine besondere isolierbare Schmerzqualität neben den Tast- und Temperaturqualitäten im Sinne von Blix, Golscheider, v. Frey, Alsutz, Thunberg). Wenn der Schmerzsinn keinen absolut gesonderten Sinn darstellt, erklärt sich dies, wie man Stumpf beipflichten muß, daraus, daß die Grenzen sämtlicher niederer Sinne unscharf sind (man denke an Geschmack und Geruch). Die ebenfalls in ihrer Qualität charakteristischen Lustempfindungen führen ihrerseits wiederum zu Handlungen, und zwar zu solchen des Begehrens und Annehmens. Auch ihr Paradigma sind z. T. die Folgen von Hautreizungen (Kitzeln, Jucken usw.). Stumpf vergleicht die beiden Hauptqualitäten des Gefühlsinnes der Doppelseitigkeit des Temperatursinnes. Die Frage der Schmerz- und besonders der Lustnerven ist allerdings unentschieden.

Gefühlsempfindungen werden auch ausgelöst durch die vegetative Tätigkeit einzelner Organe, sosie durch diejenigen des ganzen Körpers. Der Hunger findet ein spezielles Vorbild in der tropistischen Unterschiedsempfindlichkeit.

Nicht verfehlen möchte ich an dieser Stelle zu erinnern, daß noch der des Großhirns beraubte Hund, welcher sich aufrecht zu erhalten und Laufbewegungen auszuführen vermag, durch äußere Reize in Bewegung gesetzt werden kann unter Äußerungen, aus welchen wir auf Unlust zu schließen geneigt sind. Er gerät in Wut, beißt, heult, vom „sichern" Erdboden in die Luft gehoben, verspürt Hunger, verhält sich ruhig nach Nahrungsaufnahme usw. Dieser treibende Einfluß der körperlichen Bedürfnisse auf den Gesamtkörper und auf Einzelapparate beweist, daß wir die Leistungen des Neenzephalons von denjenigen des Paläenzephalons nicht absolut trennen können, sondern sie synergisch betrachten müssen. Es ist übrigens in dieser Beziehung entscheidend, daß die Stillung der körperlichen Triebe beim großhirnlosen Hund die Unruhe des Tieres alsbald aufhören macht und ein traumloser Schlaf den Körper umfängt, bis Nahrungsmangel oder intensive Reize von außen entsprechende Reaktionen veranlassen. Die aus der inneren Oberfläche stammende Unterschiedsempfindung, welche wir dem Hunger zugrunde legen, unterscheidet sich ja im Wesen kaum von der Reizung der Atmungszentra in der Medulla oblongata durch O_2-Mangel und CO_2-Anhäufung und der dadurch rein reflektorisch ausgelöster Atembewegung.

Mit Flechsig[1]) kann man allen übrigen Sinneszentren als zweite Unterabteilung dieses Abschnittes des Neenzephalon eine an Ausdehnung sie weit über-

[1]) P. Flechsig: Gehirn und Seele. Leipzig, Veit, 1896.

treffende Rindenzone, die „Körperfühlsphäre", gegenüberstellen. Hier „spiegelt" sich der Organismus in seiner ganzen Ausdehnung wieder und von hier aus werden die zur Befriedigung leiblicher Bedürfnisse dienenden Bewegungen ausgelöst („objektive" Tastempfindungen, Körpergefühle, Lageempfindungen der Körperteile einerseits, andererseits Schlucken, Kauen, Atmen, Lokomotion, Ergreifen äußerer Objekte). Wenn wir das Kleinhirn Einzunehmen, welches, angeregt durch die aus Muskeln, Sehnen, Gelenken, den Bogengängen des Labyrinths stammenden Leitungen ununterbrochen jede Lageveränderung der beweglichen Körperteile verzeichnet und so gleichfalls ein statisches Bild des Ganzen herstellt, haben wir damit ein Substrat, von welchen wir sehen werden, daß es uns unter bestimmten Bedingungen einen wesentlichen Teil des „Selbst" (des Ich) vermittelt.

Wenn die Fähigkeiten zu Gnosien und Praxien auf die Sinnesfelder des Cortex zu beziehen sind, welche die aus dem Paläenzephalon stammenden Rezeptionen mit zahlreichen andern zusammenordnen, ist besonderes Gewicht auch darauf zu verlegen, daß die Eindrücke zurückbehalten und reproduziert werden können. Wir müssen die z. B. vom Auge gelieferten Originalempfindungen und ebenso den entsprechenden Gedächtnisbesitz, soweit er die spezielle Gnosis betrifft, auf den Hinterhauptslappen, ebenso alle Bestandteile der akustischen Gnosien in den Schläfelappen lokalisieren. Eine spezielle kinetische Erinnerung im Bereiche der Gnosien und Praxien ist aber nichts anderes als der Rückstand (in der Gegend der Zentralwindungen), der von der ausgeführten Bewegung in der dem bewegten Körperteil zugeordneten Hirnsubstanz latent zurückgeblieben ist, ein „innervatorisch-kinästhetischer Rückstand". Das Aktualisieren des „Engramms" ist an sich nicht von Bewußtsein (bewußter Erinnerung) begleitet. Die bewußte Reproduktion gehört anderswo hin. Im gleichen Sinn verlegen wir die Remanenzen von Buchstaben, Silben (auch von Worten?) ins Brocasche Zentrum, entsprechende akustische Sprachelemente ins Schläfengehirn usw., der Wortsinn hat damit nichts zu tun.

Die Erinnerungs„felder" gehören also noch dem betrachteten Abschnitt des Neenzephalons an. Wir haben uns vorzustellen, daß dieselben durch Assoziationsfasern mit den entsprechenden und den anderen Sinneszentren verbunden sind. Das optische Erinnerungsfeld z. B. erstreckt sich wohl über den ganzen Hinterhauptslappen, soweit derselbe nicht dem Wahrnehmungszentrum entspricht. Es gibt eine ganze Reihe von Gründen für eine räumliche Sonderung der beiden Arten von Zentren. Reproduktionen früherer Empfindungskomplexe sind ohne Erregung vom Sinnesapparat her möglich. Die Leistungen der Erinnerungsfelder besitzen den Charakter des Dauernden; die Funktion erfährt dann eine Unterbrechung, welche durch die „Reproduktion" vom Wahrnehmungszentrum aus oder assoziativ wieder aufgehoben werden kann. Die Gedächtnisfunktion unterscheidet sich deutlich von den Nachbildern (z. B. den optischen) mit ihren Kontrasterscheinungen. Die Wahrnehmungszentren können weiterhin nur zentripetal erregt werden, das optische Erinnerungsfeld aber außer von der Peripherie auch durch den Willen, und überhaupt von den zahlreichen Bahnen, welche die Zentren höherer Ordnung überhaupt verknüpfen. Jeder Empfindung hängt nach Mach, Hering, James eine gewisse Räumlichkeit an, beim reproduzierten Erinnerungsbild ist das am wenigsten der Fall. Reproduktion („Erkennen") und Wahrnehmen wird praktisch gewöhnlich zusammengefaßt. Bei der konkreten Sinnesfunktion erfolgt die Reproduktion von zugehörigen

Erinnerungsbildern mit allen daran geknüpften sonstigen Vorstellungen nicht bewußt (nicht willkürlich), sondern zwangsmäßig, eben assoziativ. Das Bewußtsein trennt auch nicht, was durch die gegenwärtige Wahrnehmung und was durch Erinnerungsbilder gegeben ist[1]). Sehr bemerkenswert ist aber, daß auch räumliche Orientierungselemente, welche im Sinne von Helmholtz völlig ins Gebiet „unbewußter Schlüsse" fallen, bewußt reproduzierbar sind[2]).

Es ist von besonderer Wichtigkeit, daß die Leistungen des in Rede stehenden kortikalen Apparates für das impressionistische Verhalten sowohl anatomisch wie physiologisch und pathologisch abgegrenzt werden können. Am höchsten stelle ich für unseren Gegenstand die experimentellen Untersuchungsergebnisse. Sie zeigten, daß die persönliche Seite dieser Kombination von Analysatoren und von temporären Verbindungen darin besteht, die inneren Kräfte des in sich abgeschlossenen organischen Systems in jedem Moment mit denjenigen des Mediums möglichst ökonomisch ins Gleichgewicht zu setzen. Die Präzision dieser Beziehungen, welche sich zu den dauernden Verbindungen (Mechanismus des gewöhnlichen Reflexes) hinzugesellen, mißt die Organisationshöhe. Die „Wirklichkeit" wird auf diese Weise von jeder Art und von jedem Individuum entsprechend der genotypischen Konstitution durch Zerschneiden geordnet. Unsere Organisation stellt sich eine Umwelt her, in welcher die Handlungen, resp. ein (auf unsere Intelligenz zurückwirkendes) typisches, nicht mehr rein automatisches summarisches Körperverhalten möglich wird, zu welchem im Gehirn die Ansätze eventuell bereits in der bestimmten Gewohnheiten entsprechenden Sammlung vorhanden sind. Die Teilmechanismen des in Betracht stehenden Gehirnabteils halten sich gegenseitig in Schach, daher eine weitgehende Wahlmöglichkeit. Das Substrat (reflexiv) bewußter Wahrnehmung und des eigentlichen Gedächtnisses kann dieser Abschnitt des Neenzephalons nicht sein. Es beginnt hier bloß (wir brauchen nur an Stelle des Kantschen a priori zu setzen: der in ständiger Entwicklung begriffenen Organisation gemäß) die Gesetze stiftende Funktion im Menschen. Was Helmholtz „unbewußte" Schlüsse nennt, gehört nach Pawlow zum Mechanismus des bedingten Reflexes. Wenn eine gewisse Kombination von Reizen, welche der Netzhaut und den Augenmuskeln entstammen, mehrere Male mit den Tastreizen eines Gegenstandes von bestimmter Größe zeitlich zusammengetroffen ist, so wird sie zum bedingten Reize von der tatsächlichen Größe dieses Gegenstandes.

In ähnlicher Weise ist es nicht bloß die physiologische, sondern gerade wiederum die pathologische Erfahrung, welche uns berechtigt, auch da noch objektive Psychologie zu treiben, wo wir das Raum-Zeitgebiet und damit die exakten Regeln der naturwissenschaftlichen Darstellungsweise teilweise verlassend, zu dem allerhöchsten Abschnitt des Zentralnervensystems gelangen und die „inneren" Zustände unserer Mitmenschen nach dem Muster unserer eigenen unräumlichen subjektiven Zustände zu beurteilen uns anschicken. Der Arzt kann eben seine psychologischen Begriffe nicht unabhängig von der Hirnlehre bilden.

Bloß auf die Introspektion, welche für den Mediziner immer etwas Beklemmendes hat, ist man auch hier nicht mehr angewiesen. Die Psychologen bedienen sich gegenwärtig noch des „Reaktionsversuches". Darunter wird ein Vorgang verstanden, bei

[1]) Vgl. Wilbrand und Saenger: Neurologie des Auges. 3. Bd., 1. Abt. Wiesbaden, Bergmann 1904.

[2]) L. Haberlandt: Ztschr. f. Sinnesphysiologie. 44. Bd.

welchem auf einen (bekannten, nicht bekannten) Reiz in vereinbarter Weise (mit einer Bewegung) reagiert wird. Die auszuführende Bewegung kann die des Sprechens sein. Die Ausführung derselben läßt sich auch an innere Bedingungen (ausgedehnte intellektuelle Prozesse) knüpfen. So werden gegenwärtig Reaktionsversuche zur Untersuchung der mannigfachsten Leistungen des Bewußtseinsorganes herangezogen. Die einschlägigen Methoden sind mannigfach kombiniert worden[1].

Zu den Rezeptionen und Motus, zu den Relationen des Paläenzephalons und zu den Handlungen (Praxien), welche auf dem Wege der Gnosien erworben und assoziativ verknüpfbar sind und die einem bestimmten Teil des Cortex angehören, kommt, wir folgen auch in diesem Punkte ganz und gar Edinger, als Drittes beim Menschen (und vermutlich auch bei einigen Tieren) die Fähigkeit, die Gnosien zu verstehen und danach Handlungen einzuleiten, zu unterdrücken, zu ändern, die Erfolge der Handlungen zu beurteilen und später danach einzurichten, endlich „reine" Erkenntnis zu sammeln. Die Fähigkeit dazu nennen wir (reflektierendes) Bewußtsein. Wir nehmen mit Edinger an, daß Motus und Rezeptionen, Gnosien und Praxien an sich außerhalb des Bewußtseins verlaufen, aber gleichzeitig (oder später) in dessen „Blick"feld eintreten können.

Flechsig[2]) hat als Erster darauf hingewiesen, daß für die geistige Verarbeitung der Sinneseindrücke (neben dem Cortex der Gnosien und Praxien) eine zweite Gruppe von Bezirken der Großhirnoberfläche in Betracht kommen, welche er selbst auch schon durch die Untersuchung des Menschenkindes zu umgrenzen unternommen hat. Nur etwa ein Dritteil des menschlichen Cortex steht in direkter Verbindung mit Leitungen, welche Sinneseindrücke vermitteln und Bewegungsmechanismen erregen. Zwei Drittel, mehrere wohlgesonderte Bezirke, haben eine höhere Bedeutung, eine völlig nach innen gerichtete Tätigkeit. Diese als „Denkorgane" fungierenden Zentren haben nach Flechsner einen gleichmäßigen Typus der mikroskopischen Struktur, obwohl sie sich über die verschiedensten Regionen der Hirnoberfläche ausbreiten. Sie bilden einesteils das eigentliche Stirnhirn, ferner einen großen Teil der Schläfen- und Hinterhauptslappen, ein mächtiges Gebiet im hinteren Scheitelteil und endlich die Insula Reilii. Noch einen Monat post partum sind diese Zentren unreif, während die Sinneszentren schon vorher, jedes für sich, unabhängig von den anderen, mit Nervenmark versehen worden sind. Von den Sinneszentren her schieben sich dann zahllose Markfasern in die in Rede stehenden Bezirke. Innerhalb eines jeden der letzteren treten nach Flechsig Leitungen, die von verschiedenen Sinneszentren ausgehen, miteinander in Verbindung, indem sie dicht nebeneinander in der Hirnrinde enden. Ich möchte es vorziehen, den zweiten von Flechsig vorgeschlagenen Namen: Koagitationszentren zu akzeptieren, denn die Assoziation erschöpft ihre Leistung nicht. Nach allen Richtungen hin ist die Bedeutung derselben im einzelnen nicht festgelegt. Außer pathologischen Tatsachen müssen wir Ergebnisse der Introspektion und des psychologischen Versuchs zu Hilfe nehmen. Flechsig spricht nach der Lage von einem frontalen (vorderen), insulären (mittleren) und parieto-okzipito-temporalen (hinteren) Koagitationszentrum. Letzteres sei das umfangreichste, indem Scheitel-, Hinterhaupts- und Schläfenteil

---

[1]) Vgl. N. Ach: Über Willenstätigkeit und Denken, 1905. Willensakt und Temperament, 1910. Untersuchungen zur Psychologie und Phylosophie, 1. Bd., H. 5. 1912.

[2]) P. Flechsig: l. c.

desselben an der Außenfläche des Gehirns breit und ohne scharfe Grenzen zusammenfließen. Gleichwertig sind diese Bezirke keinesfalls. Das hintere große Koagitationszentrum ist (nach Maßgabe der klinischen Beobachtung) maßgebend für die Schöpfung unserer Umwelt, während das Erlebnis der eigenen Person als handlungsfähiges Wesen, resp. die persönliche Anteilnahme an äußeren und inneren Geschehnissen an die vorderen Koagitationszentra geknüpft ist. Hierher wird natürlich auch die Lenkung der Aufmerksamkeit nach persönlichen Motiven („willkürlich") zu rechnen sein. Es darf uns nicht beirren, daß Flechsig, entsprechend dem damaligen Stande der experimentellen Psychologie (1896), vor allem die Assoziationen ins Auge faßt, welche wir gegenwärtig, geleitet von physiologischen, pathologischen und psychologischen Erfahrungen, mit Edinger auf die direkten Beziehungen zwischen Gnosien und Praxien beschränken und mit J. P. Pawlow wesentlich als Illustration des „bedingten" Reflexes aufzufassen geneigt sind. Aber schon Flechsig rechnet bei den komplizierbaren geistigen Leistungen nicht bloß mit einem Zusammenwirken der Sinnes- und der Koagitationszentren, sondern auch mit einem solchen der letzteren untereinander.

Edinger wies dann anatomisch darauf hin, daß mit Einsetzen der Sprachfähigkeit in der Tierreihe sich auch das ganze Gehirn vergrößert. Der Vergleich zwischen Anthropoiden und dem Menschen lehrt aber, daß es viel weniger die Vergrößerung der Sinnesphären, als die speziell der Stirnlappen (fern von allen Sinnesfeldern) ist, was hier den Ausschlag gibt, neben einer solchen der Felder zwischen den Sinnessphären. Nach Edinger nimmt der kortikale Apparat interkortikaler Bahnen des Stirnlappens deutlich an Größe in dem Maße zu, wie das Tier seine Wahrnehmungen und Handlungen von der Intellegenz führen lassen kann. Schon bei den menschenähnlichen Affen erreicht der Stirnlappen eine beträchtliche Ausdehnung. Aber noch beim Menschen bietet er nach Edinger beträchtliche Unterschiede, und es können namentlich die Gehirne von Idioten sich in dieser Hinsicht mehr dem Affen-, als dem Menschengehirn nähern. Der diluviale Mensch muß ebenfalls (nach dem Schädel zu schließen) einen kleineren Stirnlappen gehabt haben, ebenso wie heute noch primitive Menschenrassen einen solchen besitzen.

Die Idioten (Schwachsinnigen) charakterisiert im Verhalten eine ganz besondere Unruhe, nichts fesselt sie, die Ähnlichkeit mit Affen liegt nahe (Dementia agitata). Hunde ohne Stirnlappen verlieren das Vermögen der Aufmerksamkeit, des Ausführens dressierter Handlungen auf Befehl, werden unruhig usw. Affen verhalten sich ähnlich, auch ihnen fehlen Hemmungen; sie werden unaufmerksam, willenlos, das Erlernte kann nicht benutzt werden, im Verkehr mit anderen Affen fallen sie auf. Edinger sagt, sie sind minderwertig. Die Fälle von Stirnlappenerkrankung des Menschen lassen sich damit in Einklang bringen. Besonders bemerkenswert scheint nun, daß, abgesehen von Sprachstörungen, auch Fernwirkungen auf das Zerebellum (Unsicherheit der Hauptbewegungen) sich einstellen. Das spezielle Krankheitsbild der Akinesie wird (bisher ausschließlich) bei (linksseitiger) Stirnlappenerkrankung beobachtet. Dabei fallen die Antriebe zu Bewegungen aus, höchstens Bewegungsansätze kommen zustande. Man muß Edinger zustimmen, daß die Bewegungselemente zweifellos vorhanden und auch in ihrer Verbindung mit den Gnosien nicht gestört sind. Alle solche Menschen haben überdies geistige Defekte. Die Gemütsbewegungen gehören sehr wahrscheinlich ebenfalls dem Stirnlappen an.

Mit Edinger werden wir also im wesentlichen vor allem die Rindenfelder, resp. die Koagitationszentren des Stirnlappens als Organ des Intellektus ansehen. Wir werden in diesem höchsten Abschnitt des Großhirns physiologisch ganz eigenartige Formen des nervösen Funktionierens anzunehmen haben. Machen wir uns dies, z. B. für Bewegungsantriebe, mit Hilfe der Ausführungen v. Kries[1]) soweit klar, als es heute angeht. „Wenn wir die Worte eines Gedichts, die Töne eines Musikstückes, die wir auswendig können, in der Einbildungskraft an uns vorüberziehen lassen, so schließt sich im Zentralnervensystem selbst in bestimmter Folge immer ein Vorgang oder Zustand an den anderen. Von den Sinnesorganen ausgegangene Antriebe brauchen dabei gar nicht vorhanden zu sein, können jedenfalls ganz zurücktreten. Auch ist es sehr unwahrscheinlich, daß dabei, ähnlich wie beim Reflex, ein Erregungsvorgang in bestimmten sehr verwickelten Bahnen immer hin und her läuft. Vielmehr wird anzunehmen sein, daß zufolge eines ganz andersartigen Gesetzes der Wechselwirkung eine Reihe von Gesamtzuständen sich in bestimmter Folge abspielt; und zwar scheint dieses Abspielen an Einrichtungen, an Beschaffenheiten des Zentralnervensystems geknüpft zu sein, die erworben, d. h. durch ein Erlernen zustande gebracht werden können." Ich selbst möchte nur hinzufügen, daß die menschlichen Handlungen an und für sich immer wieder Praxien sind, nach dem Sheringtonschen Prinzip der gemeinsamen motorischen Strecke.

Das „Verhalten" der in ganzen Tierreihe beweist, wie wir sehen, daß das Auftreten neuer Funktionen geknüpft ist an dasjenige neuer Organe des Zentralnervensystems. Ohne speziell noch einzugehen auf die neuere zytarchitektonische Forschung, bin ich schon deshalb, aber auch gestützt auf Physiologie und Pathologie, möglichst weit gegangen in der Berücksichtigung der Organisation für alles psychische Leben und in der zerebralen Lokalisation desselben. Natürlich ist nicht daran zu denken, daß die Gliederung des geistigen Lebens, wie die Handbücher der Psychologie sie uns geben, sich direkt decken muß mit derjenigen des Gehirns[2]). Liepmann unterscheidet mit Recht zwischen regionärer Lokalisation (nach Gehirnlappen und Windungen) und Lokalisation überhaupt. Schon psychische Bestandteile, welche mehreren Sinnesqualitäten gemeinsam sind, z. B. das räumliche Moment, könnte eventuell an gleichen Formelementen, resp. an strukturellen Gruppierungen, verteilt in verschiedenen Hirnregionen hängen: das wäre, was Liepmann strukturelle Lokalisation nennen möchte. Da läge schon die Lokalisation eines Abstraktionsproduktes, nicht etwas Konkretes vor.

Wenn man sagt, das „ganze" Gehirn (und dem entsprechend die ganze Persönlichkeit) gerate in Tätigkeit („verstreute" Lokalisation) schon bei relativ einfachen Leistungen, so ist dies im prägnanten Sinne zu verstehen. Streng genommen sollte, wie Liepmann richtig betont, immer nur gesagt werden, viele Regionen des Gehirns, stets in anderen Bestandteilen, anderen Kombinationen, anderen Graden. Man kann auch nicht, wie Edinger sagen, das, was wir vom seelischen Verhalten erkennen, sei ein Additionsbild, hergestellt von den Leistungen verschiedenwertiger Hirnteile. Im Paläenzephalon gibt es Reizsummation, im Gebiet

[1]) J. v. Kries: Entstehung und Ordnung der menschlichen Bewegungen. Rede. Speyer und Kaerner, Freiburg u. Leipzig 1918.

[2]) Vgl. H. Liepmann: Zeitschr. f. Psychologie, 63. Bd., 1912.

der Gnosien Assoziation, am Bewußtseinsorgan haften Denken, Wollen; es fehlen sinnliche Bestandteile, wie drücke ich da die Koagitation aus? Jedenfalls ist die funktionelle Vereinigung hier eine durchaus nicht bloß additive. Es war mit Rücksicht auf die neue Denkpsychologie (vgl. oben S. 379) verfehlt, wenn die Gehirnpathologie früher Bewußtseinsvorgänge einfach aus Elementen (musivisch) zusammensetzte, wie die Analyse einer Wahrnehmung oder des Vorganges beim Auswendiglernen u. dgl. ergibt. Schon die Denkvorgänge im Anschluß an Wahrnehmungen (Abstrahieren, Vergleichen, Zusammenfassen) wird „ergänzt", „verarbeitet". Obwohl viele Denkaufgaben in der Weise sich lösen lassen, daß anschauliche Vorstellungen gebildet und daran der Tatbestand „abgelesen" wird, wie es eben in der Wahrnehmung geschieht, möchte ich selbst mit Rücksicht auf jenes Denken, welches sich fern von Wahrnehmungen vollzieht, es dahin gestellt sein lassen, wie weit sinnliche Elemente als zerebrale Teilvorgänge unter der Bewußtseinsschwelle jeweils mitspielen und dem Lokalisationsprinzip treu, alles hiebei Wesentliche dem Organ des Bewußtseins, also der Koagitation der Rindenzentra des Stirnlappens vorbehalten. Indem wir die Gnosien und ihr Zubehör aus dem Bewußtsein heraus verlegen, kommen wir den höchsten psychischen Gebilden, den Gedanken, schon etwas näher und verständigen uns auch leichter mit den Psychologen. Aber natürlich ist uns Medizinern die Aufgabe, psychische Reiz- und Ausfallserscheinungen mit zerebralen Vorgängen im Sinne der Abhängigkeit ersterer von letzteren in Beziehung zu setzen, nicht bloß etwas Methodisches, dieser Parallelismus muß uns überall ein ernstes konkretes Ziel bleiben. Berücksichtigt man die zerebralen Organisationen nur insofern, als die Lokalisierung eng umgrenzte Regionen oder verschiedene Gehirngebiete ins Auge faßt, gelangt man nicht an dieses Ziel. Man muß außerdem von einer Hierarchie der Zentren ausgehen und dafür Charakteristika suchen. Terminologische Schwierigkeiten, welche in der Übertragung psychologischer Ausdrücke auf physiologische Dinge liegen, können uns nicht abschrecken. Die Psychologie besitzt doch kaum noch eine allgemein anerkannte eigene Terminologie. Jedenfalls kommt es vielmehr auf den speziell ins Auge gefaßten Vorgang selbst an. Betrachten wir z. B. die Reaktion auf einen sehr starken Sinnesreiz. Dabei handelt es sich um eine Reihe von Muskelkontraktionen. Der Reiz ist höchstenfalls das Signal für die Auslösungen des motorischen Komplexes, geistige Initiative kommt dabei nicht in Betracht. Besteht ein Wechsel im Inhalt des Bewußtseins, kommt es bloß auf die Art dieses Wechsels an, nicht auf den Wechsel selbst. Soll man nun sich daran stoßen, daß wenigstens das vulgäre psychische Wort: Aufmerksamkeit auf diesen reflektorischen Vorgang ebenso Anwendung findet, wie auf die höchsten Auffassungs- (Bewußtseins-) Stufen, wenn anatomische, physiologische und pathologische Überlegungen ergeben, daß das Bewußtseinsorgan über dem Reflex steht, daß von den Sinnesorganen ausgehende Antriebe als solche hier gar nicht vorhanden zu sein brauchen? Und ist es beim Wirksamwerden eines Engrammes und bei der bewußten Erinnerung nicht ähnlich?

Rein biologisch ist das einsichtige Verhalten, das wir zum Bewußtseinsorgan in Beziehung setzen, dadurch gekennzeichnet, daß es auf den Automatismus des Kettenreflexes und der assoziativen Erfahrung nicht mehr zurückführbar ist. Die Signale, welche die jeweiligen Reize im Gebiet des bedingten Reflexes vorstellen, werden mehr oder weniger systematisch, planvoll gesucht. Die — auch individuell verschiedene — Art der Ausführung dieses Suchens bekundet objektiv

die Intelligenz. Die aus dem zur Strassenschen „Prinzip der Schrotflinte" ableitbare „Überproduktion von Möglichkeiten" in der Jenkinschen Methode des „Versuches und Irrtums" auf den untersten Stufen des Tierlebens gehört nicht hierher. Das planmäßige Suchen ist vielmehr immer an eine bestimmte festgehaltene Vitalreihe geknüpft, welche den persönlichkeitsbildenden Kern des ganzen Geschehens bildet. Auch im logischen Denken wird die klare Vorstellung des zu lösenden Problems bei allen Lösungsversuchen festgehalten. So wird im Sinne der modernen Denkpsychologie das Denken zu einer inneren Intelligenzhandlung. Die Intelligenz ist keine bloße Erweiterung der Kettenreflexe des Paläenzephalons und der assoziativen Erfahrung. Gemeinsam mit dem Reflexleben hat das Denken die Vererbung der Anlagen. Aber eine Vermehrung der Assoziationen macht die spezifischen Intelligenzprozesse, die eigenartige Auswahl der Mittel bei der Verfolgung des „Zieles" nicht begreiflich; an Assoziation knüpft das Denken bloß an. Das Bewußtseinsorgan ist erziehbar und die erreichte Erziehbarkeit ist vererblich. Es verfügt über gewisse Hemmungen. Der psychologischen Möglichkeiten gibt es viele, der logischen wenige. Es sublimiert (wie schon das Neenzephalon die Rezeption des Paläenzephalons zu Gnosien gesteigert hat) die Rezeptionen, welche dann ein Leben für sich weiterführen. Im Bewußtseinsorgan ist Antizipation in Parallele mit der Höhe des dynamischen Gleichgewichts im organischen System. Die Zusammenziehung der Nervenenergie zur Ausführung einer Handlung, wie sie der gegebenen ergetischen, geometrischen usw. Situation, aber nicht einfach der eigenen stereotypen Organisation entspricht, vollzieht sich ähnlich, wie die Gleichung ihre verzeichnete Kurve vorwegnimmt. Im Bewußtsein bestehen Beziehungen zwischen Reiz und subjektiver Wirkung, sowie zwischen der ausgeführten Bewegung und der veranlaßten objektiven Wirkung (Beziehungsbewußtsein[1])). Manches spricht dafür, daß das Beziehungserlebnis seinen letzten vitalen Ursprung hat in der Verarbeitung von Orientierungseinstellung und von Rückwirkungen motorischer Organe durch das Bewußtseinsorgan, jede Beziehung entspräche einem gewissen Verhalten, das Beziehungsbewußtsein wäre ein Bewußtsein dieses Verhaltens, resp. die Aufmerksamsrichtung darauf. Wesentlich für den naturwissenschaftlichen Standpunkt muß jedenfalls bleiben, daß der Mensch das Denken etwa so benützt, wie andere organische „Werkzeuge".

Das Triftigste, was über die Psychologie des objektivierenden Urteilsaktes, dessen Entstehung eine Hauptaufgabe der Erkenntnistheorie bildet, gesagt worden ist, scheint mir W. Jerusalems vermenschlichende Deutung[2]) zu sein, nach welcher die mit dem Neenzephalon ausgestattete Person ursprünglich die Welt als (im biologischen Sinn) Willensmotiv zu erleben gelernt hat, resp. daß wir die Vorgänge in unserer Umgebung nach Analogie unserer Willenshandlungen auffassen mittels einer Gliederung in Kraftzentrum (Subjekt) und Kraftäußerung (Prädikat): „fundamentale Apperzeption". Konkrete Wahrnehmungen sind zunächst (ich verweise auch auf Bergson und Münsterberg) nicht Erkenntnisse, sondern bedeuten Stellungnahme und (beginnende Bewegung). Reflexe langen bloß für Durchschnittsfälle aus, das

[1]) Vgl. für das Vorstehende besonders E. Claparède: Handwörterbuch der Naturwissenschaften IX. Jena 1913.

W. Köhler: Kgl. preuß. Ak. d. Wissenschaften 1917. Physikal. math. Cl., Nr. 1.

J. M. Baldwin: Entwicklung des Geistes, l. c.

[2]) W. Jerusalem: l. c.

beim Menschen Hinzukommende ist der Stirnlappen und damit das einsichtige Verhalten. Zunächst knüpft auch letzteres an Stellungsnahme an. Stellungsnahme, werden wir sehen, ist auch im Mittelpunkt des (Gegenwart-)Ichs. Die Einlegung der Stellungnahme in die Dinge ist nur ein Teil des Introjektionsvorganges überhaupt. Der biologische Ursprung der Aufmerksamkeit scheint, nach Groß[1]) auch nur die Konzentration des Organismus auf das zu sein, was von der Umgebung erwartet wird. „Worauf in gleicher Weise reagiert wird, das fällt unter einen Begriff[2])". Biologische Betätigung bereitet, wie Jerusalem abschließend bemerkt, das theoretische Erkennen vor. Der Erkenntnistrieb ist ein erst aus biologischen Motiven entstandenes Funktionsbedürfnis. „Wahr" und „falsch" sind biologisch ursprünglich auch nur der Rückschlag vollzogener Stellungnahme.

Das (im Sinne von Brentano) hinzukommende „Glauben" und „Verwerfen" liegt wiederum in unserer Organisation (Sugestion, positive, negative Reaktion).

Das Bewußtseinsorgan zieht vor allem das Aufeinanderfolgende in der zeitlichen Dauer zusammen, es erfaßt, während des wechselseitigen Ersatzes jeden vorausgehenden Zustand und schließt ihn ein. Als System ist es sowohl Inhaber wie Besitz. Vom psychologischen Standpunkt unterscheidet Stumpf[3]) Erscheinungen und Funktionen. Der Terminus: psychische Erscheinungen solle festgehalten werden für die Inhalte der Sinnesempfindungen (eingerechnet die räumliche Verteilung der Gesichts- und Berührungseindrücke, sowie der zeitlichen Dauer und Folge). Auch die Gefühlsempfindungen (soweit sie Lust und Schmerz u. dgl. betreffen) würden eine Klasse von Erscheinungen bezeichnen. Ferner wären noch die gleichnamigen Gedächtnisbilder (Vorstellungen) als Erscheinungen „zweiter Ordnung" hierher zu stellen. Die Verhältnisse zwischen den Erscheinungen sind mit ihnen gegeben, nicht von uns hineingelegt, sondern darin (daran) wahrgenommen. Sie gehören zum Material intellektueller Funktionen, sind nicht selbst Funktionen, auch nicht Erzeugnisse von solchen. Dies alles scheint mir sehr weitgehend dem zu entsprechen, was hier mit Edinger als Gnosis bezeichnet worden ist.

Den Erscheinungen werden von Stumpf intellektuelle Funktionen, Akte, Zustände, Erlebnisse gegenübergestellt. Zusammengefaßt werden damit das Bemerken von Erscheinungen und ihrer Verhältnisse, das Zusammenfassen von Erscheinungen zu Komplexen, die Begriffsbildung, das Auffassen und Urteilen, die eigentlichen Gemütsbewegungen, das Begehren und Wollen. Ausdrücklich fügt Stumpf hinzu daß Funktion in seinem Sinne nicht als Folge (etwa wie die Zirkulation als solche der Herzbewegung) zu verstehen sei, sondern als Tätigkeit, als Vorgang, als Erlebnisselbst, etwa wie die Herzkontraktion an sich. Ich selbst finde, daß die Funktionen im Sinne von Stumpf sich wiederum wesentlich decken mit dem, was aus biologischen Gesichtspunkten als psychische Korrelate den Leistungen des Bewußtseinsorganes (nach Edinger) zuzuschreiben ist. Die psychologische Unterscheidung von Erscheinungen und Funktionen an sich, kann auch der Mediziner nur begrüßen. Die in diese Unterscheidung hineingetragene Aktivität der Funktionen und die Passivität der Erscheinungen findet gleichfalls eine biologische Grundlage im Zurücktreten des di-

[1]) K. Groß: Spiele des Menschen.

[2]) E. Mach: Prinzipien der Wärmelehre, l. c.

[3]) C. Stumpf: Erscheinungen und psychische Funktionen. Abh. kgl. preuß. Ak. d. Wissensch. 1906. Berlin, Reimer, 1907.

rekten Einflusses der äußeren Reizungen im Organ des Intellektus. Funktionieren der organischen Substrate ist natürlich beides, und als psychische Gebilde sind Erscheinungen und Funktionen gleicher Weise nur Inhalte, die einander nicht bestimmen und vom Substrat (funktional) abhängen. Stumpf verwechselt das Akterlebnis nicht mit der Ichpsychologie, auch er ist weit entfernt davon, die Psychologie einfach auf das Ichbewußtsein zu begründen. Entscheidend ist, daß für das Bewußtseinsorgan die Leistungen des übrigen Neenzephalons Material sind für seine Leistungen. Die Aktualitätstheorie von Lotze, Fechner und besonders von Wundt ist, gerade im Hinblick auf die Befreiung von der Reizübermacht im biologischen Sinne, von uns angenommen worden. Wir haben den geringsten Grund, uns auf eine ausschließliche Assoziationspsychologie zu versteifen. Das Bewußtsein des Sehens beschränkt sich nicht auf die mit den Farbenerscheinungen gleichzeitig auftretenden (peripheren) Gedächtniserscheinungen; das Bewußtsein des Urteilens und Wollens kann noch weniger auf diese Weise vollständig beschrieben werden. Am allerwenigsten würde man aber dabei der menschlichen Organisation, welche wir zu vertreten haben, gerecht.

Was unmittelbar als Tatsache einleuchten soll, muß wahrnehmbar gegeben sein, nicht bloß erschlossen. Natürlich brauchen wir da, wie dies Mach mit Unrecht nachgesagt wird, die sinnlichen Elemente nicht als das einzig Wirkliche anzusehen. Mach nimmt nirgends die Dinge einfach wie sie erscheinen, er vervollständigt ausdrücklich die (teilweise) beobachteten Tatsachen in Gedanken. Nichts hindert uns neben Denkvorgängen im unmittelbaren Anschluß an die Wahrnehmungen, solche anzuerkennen, welche sich fern von Wahrnehmungen und Vorstellungen vollziehen. Ich lege abermals Wert darauf, zu betonen, daß es unserer Organisation entspricht, Erscheinungen und begriffliche Konstruktionen auseinanderzuhalten und sie aufeinander zu projizieren. Letzteres ist ein zu Erscheinungen und Funktionen im Stumpfschen Sinne Hinzukommendes im gesamten intellektuellen Verhalten. Man soll gewiß auch die Noumena höher achten als die sinnlichen Elemente. Aber man kann nicht Gedankensymbole, die auch nur Erlebnisse sind, mit dem Platonismus als das allein Wirkliche, resp. als das Wirklichere gelten lassen. Die Physik z. B. beweist klar genug, daß die phänomenologische und die atomistische Betrachtungsweise nebeneinander zu Recht bestehen.

Der Arzt, als Hüter des Gleichgewichts zwischen den Konstituenten der Organisation, hat sicher den Menschen vor dem Automatismus zu bewahren. Aber er weiß auch, daß das „Übel" in der Welt aus den Dysharmonien unserer Organisation stammt. Sehen wir doch zu, wie Weltanschauungen gemacht werden. Ein Teil der „Welt" wird ausgewählt, um damit das „Ganze" der Welt zu erklären. Streng genommen handelt es sich um willkürliche Ausschnitte aus unserer Organisation. Die seit der griechischen Metaphysik herrschende Überschätzung der Noumena kann den menschlichen Körper entwerten. Wir haben es hier mit den Ausklängen uralter mythisch religiöser Überlieferungen zu tun, welche die Patristik und besonders die Scholastik zur wissenschaftlichen Grundlage des Glaubens gestempelt hat. Die Introspektion und die Versuche, die Seele zu ergründen, sind bei den Denkern dieser mittelalterlichen Periode gleichfalls aus rein religiösen Motiven hervorgegangen. Selbst dann, wenn sie die Seelenlehre positiv bereichert hat, kirchlich-konfessionelle Fragen blieben immer ausschlaggebend. In verschiedenen Synoden

zensurierte und dogmatisierte die Kirche bis ins 16. Jahrhundert hinein einschlägige Lehrmeinungen.

Schon die Orphiker der mythischen Zeiten hatten den Leib als Kerker der Seele betrachtet. Platon, dessen ungeheure philosophische Bedeutung im Übrigen Jeder zu würdigen imstande sein sollte, unterschied zwei Welten, zwischen denen nur die Seele vermittelt. Wenn letztere, als etwas von den Ideen, dem Wesen, dem Unveränderlichen aller veränderlichen existierenden Dinge, in einen Menschen gelangt, bedeutet dies eine Bestrafung für in einem früheren, vor dieser Welt verflossenen Dasein verübte Fehler (Timaios, Phaidon, Theaitetos, Phaidros). Die Seele besteht aus zwei Teilen, der geistig vernünftigen, eben der vor und über dieser Welt existierenden und ihre Schuld sühnenden und der vom Körper untrennbaren, bloß sinnlicher Erfassung und der Begierden fähigen unvernünftigen, die für sich wiederum aus zwei Faktoren, dem Mut, bzw. den aggressiven Affekten und der Gefühlsempfindung, sowie den niederen Begierden besteht. Die vernünftige und die unvernünftige Seele bekämpfen einander beständig. Behält die vernünftige Seele gegenüber den leiblichen Lüsten, welche den Menschen zu unterjochen drohen, die Oberhand, ist der Mensch tugendhaft usw. (Timaios). Allerdings schwankt bei Platon das Verhältnis zwischen Seele und Körper: im allgemeinen ist letzterer die Ursache des Schlechten, besseren Falles das Störende oder Unwesentliche, im besten Sinne das Hilfsmittel der Seele, Gutes zu bewirken. Religion orphischer Art und Ethik diktieren diese ganze Psychologie. Ihr Ausgangspunkt ist die Schwierigkeit der Bildung abstrakter Begriffe (eben der Ideen), ihre Konsequenz das Heimweh der Seele nach dem himmlischen Lande der Ideen, allerdings auch der Eros (die Liebe zum Guten und Schönen). Nach einer kurzen Periode, während welcher die Phylosophie der Stoiker (mit einer „materiellen" Seele) als Vorbild diente, wurde vom frühen Christentum zunächst die Platonsche Seelenlehre adoptiert. Der heilige Augustinus, der hervorragendste Kirchenvater des Abendlandes, der selbst auf die Reformation noch starken geistigen Einfluß übte[1]), ist im Gegensatz zu Platon, welcher (vgl. oben) in der Herrschaft der Begierden den Zustand der Gebundenheit erblickt, von dem der Mensch durch den Sieg der Vernunft erlöst wird, ein Voluntarist; er läßt Sinnestätigkeit, Fühlen und Denken, unter kräftiger Betonung der Wichtigkeit der Affekte, Willensvorgang sein. Bewußtsein ist Voraussetzung für die Betätigung des Willens. Aber zur Begreiflichkeit der das menschliche Handeln charakterisierenden Komplikation von Freiheit und Unfreiheit kann nach ihm das Wesentliche des Menschen nicht im Willen gesucht werden. Der Wille kann gut und böse sein. Aber nur soweit wir Böses verüben, sind wir frei, tun wir Gutes vollstrecken wir bloß Gottes Willen. Das Gute setzt die Hingabe unseres Willens, die Vereinigung mit Gott im Glauben voraus, welch letzterer nicht ein von sinnlicher Wahrnehmung zur Begriffsbildung fortschreitendes Erkennen, sondern eine eigenartige vitale Reaktion ist, als ob der Gläubige mit einem neuen Sinn begabt wäre, wodurch der Glaubensinhalt als unmittelbares Erlebnis erscheint. Dies alles, trotzdem Augustinus sehr wohl erkennt, daß der Mensch als einen Wesensgrundzug immer wieder vor allem den Willen zum Leben bekundet. „Warum nämlich fürchten sie den Tod und wollen lieber in Trübsal leben, statt ihr durch den Tod ein Ende zu machen, wenn nicht deshalb, weil, wie vollkommen klar

[1]) Augustini de civitate dei libri XXII, besonders l. XI, Nr. 2.

ist, ihre Natur vor dem Nichtsein zurückschreckt?"[1]). Die Scholastik, besonders ihr Hauptvertreter Thomas von Aquino[2]), der speziell in der katholischen Kirche noch heute als Norm für das philosophische Denken gilt, brachte den Aristoteles in der Kirchenlehre zur Geltung. Er fand auch bei diesem den von außen stammenden νοῦς, der, vor dem Leibe existierend, als etwas Göttliches von Gott in den Leib gepflanzt ist und den sonst inferioren Menschen erst wirklich zum Menschen macht. Einen Teil dieser denkenden Seele hatte Aristoteles allerdings ebenso wie die belebende und empfindende, als etwas mit dem Leibe Verknüpftes beschrieben. Die Kluft zwischen Psychischem und Physischem, welche in Wirklichkeit die zwischen Automatismus und Intelligenz ist, hat demgemäß die Scholastik auch nicht überbrückt. Das Ziel aller kirchlich wissenschaftlichen Bemühungen blieb eben ein Jenseits, auf welches das Erdenleben bloß vorbereitete. Das Natürliche galt als unrein, ja als verabscheuungwürdig. Der größte Mensch der Kasuistik, Dante, ist nicht unberührt von solchen Dingen. Die Renaissance befreite uns wenigstens zum Teil von der exklusiv kirchlichen Geistesrichtung. Aber noch Luther leistet Verzicht auf die Hoffnung, aus eigener Kraft gut sein zu können. Der Arzt weiß, daß, wer den Körper tötet, auch den Geist tötet. Er darf des Leibes ungerechte Erniedrigung nicht zulassen.

Die „Wucherung des Vorstellungslebens"[3]), resp. ein zu großes Übergewicht desselben über das sinnliche schlägt zum Nachteil des organischen Lebens überhaupt aus. Mach sagt, die Seele wird dann zum Parasiten des Lebens, welches das Öl des Lebens verzehrt. Der Arzt verkennt am allerwenigsten, daß z. B. die Ekstatischen, wenn sie nach ihrer Art mit Gott zur Berührung gekommen sind, in einem veränderten Bewußtseinszustand sich befinden, der von ihnen als „Erhöhung" erlebt wird. Früher (vgl. S. 79) habe ich gesagt, wir Ärzte hätten alles zu ergreifen, was unserer Patienten Lebensenergie (vor allem natürlich den Willen zur Gesundheit) steigert. Aber in der Praxis finden wir, daß die Zahl der Menschen mit Ansätzen zu dem, was im speziellen Teil als Spaltung des Seelenlebens, d. h. als Bildung von sich gesondert haltenden, als fremdempfundenen Vorstellungskomplexen, ja zu einer Art von besonderem Ich, verhältnismäßig sehr häufig sind, besonders wenn bestimmte, als Kern von Persönlichkeitsbildung sich geltend machende Organempfindungen (Vitalreihen), wie etwa die sexuelle, die Zerlegbarkeit begünstigen. Solche Individuen werden schon durch die gewöhnlichen Suggestionen gern zu „Besessenen" und stecken noch ähnliche Sensitive leicht an. Schon solche Übergänge zum Krankhaften müssen den Arzt veranlassen, der nüchtern wissenschaftlichen Auffassung gegenüber allem, was Dessoir[4]) „magischen Idealismus" (auch in dessen edelsten Formen) genannt hat, zum Durchbruch zu verhelfen, resp. Rückschläge zu bekämpfen.

Selbst in unserem wissenschaftlichen mathematisch-chemisch-physikalischem Weltbild. Hier ist seit Langem ein Entsinnlichungsprozeß übermächtig geworden.

[1]) Augustinus, l. c. l. XIV, XI u. a.

[2]) Thomas von Aquino: Summa theologiae, 12 Bände. Deutsch von Schneider, 1886—92.
Eucken: Philosophie des Thomas und die Kultur der Neuzeit. Halle 1886.
Schell: Einheit des Seelenlebens aus den Prinzipien der aristotelischen Phylosophie entwickelt. Freiburg 1873.

[3]) E. Mach: Erkenntnis und Irrtum: l. c.

[4]) M. Dessoir: Vom Jenseits der Seele. Stuttgart, Enke, 1917.

welcher den Unterschied zwischen den wechselvolleren material-optischen, material-akustischen und thermischen Tatsachen und den von gemeinsamen Bestandteilen bestimmter Gruppen verschiedener, reaktiv verbundener Sinne gelieferten beständigeren Daten des formal Optischen (Raum, Gestalt) und der Intensität (Widerstandsempfindung) im Suchen nach dem Stabil-Substanziellen zu einem absoluten machte, anstatt letzteres, auch nur als etwas Relatives, in den Beziehungen, dem gesetzmäßigen Zusammenhang der Reaktionen in mathematisch-funktionaler Beziehung zu suchen[1]). So hat gerade die mechanische Naturauffassung seit Descartes die schon durch den Platonismus geschaffene Kluft zwischen Außen- und Innenwelt, resp. der Immaterialität des Geistes und dem Körper, erweitert, die menschliche Organisation immer mehr in ein Doppelwesen, bestehend aus zwei Individuen, Leib und Seele, zerrissen, die schon in magischen Vorstellungen wurzelnde Überzeugung, nach welcher nur Dinge derselben Gattung Beziehbarkeit besitzen, verstärkt.

Das Neenzephalon der Gnosien und Praxien und das Bewußtseinsorgan führen uns wirklich in entgegengesetzte Richtungen. Ersterem müssen wir den metrischen Raum zuschreiben. Dieser ist vom physiologischen scharf zu unterscheiden, wie Mach[2]) gezeigt hat. Der Sehraum ist nicht homogen, nicht unbegrenzt, nicht unendlich, dem oben und unten, links und rechts, nah und fern entsprechen ganz verschiedene Empfindungen. Die Gesichtsobjekte sind auch nicht ebenso ohne Pressung und Dehnung beweglich wie die entsprechenden geometrischen Objekte. Er ist nicht metrisch, das Augenmaß, die quantitativen Entfernungen entwickeln sich erst durch physikalisch-metrische Erfahrung. Der Raumsinn der Haut entspricht einem zweidimensionalen, endlichen, unbegrenzten (geschlossenen) Riemannschen Raum. Ich bin nicht in der Lage zu entscheiden, ob die Riemann-Fläche anschaulich ist oder nicht. Auch der optische Raum hat mit dem geometrischen wenig gemeinsam, er ist ebenfalls anisotrop und inhomogen, die Hauptrichtungen sind wiederum ungleichwertig. Der euklidische Raum ist hingegen homogen, unbegrenzt, unendlich. Gemeinsam haben physiologischer und geometrischer Raum nur, daß beide dreifache Mannigfaltigkeiten sind. Einer kontinuierlichen Bewegung im geometrischen entspricht eine solche des zugeordneten Punktes im physiologischen Raum. Die fingierte Kontinuität ist nach Mach keine wirkliche. In der Geometrie sind noch physiologische Bestandteile enthalten (Bevorzugung der Symmetrie, der Ähnlichkeit). Nach Hering unterscheiden wir im Reiz die Qualität und die betroffene Stelle (Ort der Aufmerksamkeit, Sinnesempfindung, Organempfindung). Die Raumempfindung (Organempfindung) ist um so mehr wechselnd, je ferner die ontogenetische Verwandtschaft der Elementarorgane einer gemeinsamen Abstammung wird. Demgemäß ist der physiologische Raum ein System abgestufter Organempfindungen, das ohne Sinnesempfindungen nicht vorhanden wäre, durch sie wachgerufen, aber ein bleibendes Register bildet, in welches die Sinnesempfindungen eingeordnet werden. Wären wir festsitzende Seetiere oder unser Weltbild sakkomorph, gelangten wir nie zum euklidischen Raum. Unser Raum verhielte sich dann zum euklidischen wie ein

[1]) J. Petzoldt: Weltproblem. Teubner, Leipzig 1906.
G. Heymans: Einführung in die Metaphysik. Leipzig. 2. Aufl., 1911.
E. Mach: Prinzipien der Wärmelehre. 2. Aufl. Leipzig 1900.

[2]) E. Mach: Sitzber. Wiener Akad. 1898, Bd. 106. Boltzmann Festschrift. Barth, Leipzig 1904. Lotos, Jahrb. f. Naturwissensch. Prag 1884. Analyse der Empfindungen. Jena. 5. Aufl. 1906.

triklines zu einem tesseralen Medium, er wäre anisotrop und begrenzt. Erst die Lokomotion bildet die Vorstellung des euklidischen Raumes[1]). Also die Ortsunterscheidung enthält ursprünglich auch qualitative Momente. Bei der Bildung des euklidischen Raumbegriffes gehen wir den von einer bestimmten Organisation vorgezeichneten Weg ganz bis zu Ende und haben dann einen scharfen Gegensatz zur Mannigfaltigkeit, welche uns das Bewußtseinsorgan als Verschiedenheit von Qualitäten erleben läßt, obgleich auch hier jedem Element noch eine gewisse Räumlichkeit anhaftet. Das Extreme des Gegensatzes schaffen wir aber selbst und leiten daraus den Dualismus zwischen Körper und Geist ab.

Schon bei der Festlegung dessen, was als Ganzes im Organismus zu gelten habe (vgl. oben S. 49 ff.), führte ich aus, daß das Entweder vollkommener Zusammenhangslosigkeit und das Oder absoluter Vereinigung im organischen System praktisch nicht in Betracht kommt. Wir haben gesehen, daß in concreto der Organismus gewissermaßen immer zu einem gewissen Grade unvollendet, in distributiver Form, existiert, nicht als All, und wir werden noch weiter sehen, daß gewisse Vitalreihen immer wieder als Kerne für die Bildung von Persönlichkeit sich bemerkbar machen. Mein Standpunkt geht nicht entfernt soweit, jeweils die Mannigfaltigkeit in den organischen Phänomenen nur durch das Einheitsprinzip verstehen zu wollen. Das Gleiche finde ich auch im Psychischen, es ist immer ebensowohl für sich bestehend, wie verbunden. Das Verbindende und Trennende kann hier nur in der physischen Organisation liegen, da geistige Vorgänge durcheinander selbst unbestimmbar sind.

Daß gerade Bewußtseinszustände sich, ohne Aufgabe der Identität, trennen und verbinden, ist eine die Psychologie lange beschäftigende Frage. Wundt spricht von psychischer Synthese, welche Eigenschaften entwickelt, von welchen den Elementen nichts anhaftet. Bei Locke und Kant verknüpft oder trennt der Geist die Vorstellungen. Später wurde diese für die Gruppierung supponierte intellektuelle Tätigkeit und die darinliegende Dualität zwischen Geist und Vorstellung eliminiert, und in den Vorstellungen selbst die Ursache ihrer Verknüpfung gesucht (Hume, John Stuart Mill). Die psychologische Assoziation wurde als ein in jeder Hinsicht dem physikalischen analoges Gesetz hingestellt[2]). So ist der Streit zwischen Apriorismus und Empirismus entstanden. Von unserem Standpunkt muß das Erfassen der psychischen Elemente durch das Bewußtsein einem unbewußten physiologischen Prozeß entsprechen, der mit andern physiologischen Vorgängen zusammenhängt, welche der Beobachtung zugänglich sind. Die Kontinuität der physischen Prozesse ist beim Denken nicht unterbrochen. Wir verlegen den entsprechenden Prozeß hauptsächlich in den Stirnlappen. Was apriorisch ist, liegt also wiederum in einer bestimmten Organisation. Die höchsten psychischen Schöpfungen sind Begleiter zerebraler Vorgänge. Auch in diesen muß, dem kollektiven Bewußtsein entsprechend, welches im Sinne von James ein Substitut, keine Summe ist, etwas Neues liegen gegenüber Reizsummation und (physiologischer) Assoziation. So „erkennen die höheren Bewußtseinszustände die gleichen Dinge wie die einfachen", aber sie sind verschiedene geistige Erlebnisse. Man muß sich entschieden wenden gegen die Auffassung,

[1]) Das Vorstehende entnehme ich der Zusammenstellung in dem Buche H. Henning über E. Mach. Leipzig, Barth, 1915.

[2] Vgl. E. Boutroux: Begriff des Naturgesetzes. Deutsch. Jena 1907.

als ob in der organischen und anorganischen Welt nichts der psychischen Verbindung irgendwie Ähnliches existierte. Ich verweise nur auf die additiven chemischen Eigenschaften, die sich aus der Summe aller Eigenschaften der die Verbindung bildenden Komponenten ergeben, und die konstitutiven, welche von der Konstitution des Moleküls abhängen. Ich weiß sehr wohl, daß angesehene Philosophen die Erklärung sachlicher und sinnvoller psychischer Zusammenhänge, z. B. schon in der Form der Reproduktion, aus (physischen) „Spuren" ablehnen, weil es für letztere kein anderes Prinzip der Anordnung und des Zusammenhanges geben könne, als das räumliche Verhältnis der Lokalisation im Gehirn. Mir und wohl vielen andern Medizinern, die ebensowenig Materialisten sind wie ich, fällt es aber leichter, die Beziehungen „reiner Dauer", worin ein großer Teil des Zusammenhangs zwischen den miteinander beharrenden und wieder erweckbaren Momenten des Seelenlebens besteht, methodologisch in übrigens nichts weiter präjudizierender funktionaler Abhängigkeit von bestimmten Hirnprozessen zu behandeln, als eine „neue Art ihrer Wirklichkeit" zwischen den verschiedenen Momenten ihrer Bewußtwerdung, u. zw. eine „unbewußte seelische Existenz" zu supponieren. Der Übergang von der Reizsummation zu dem, was von Assoziation (im psychologischen Sinn) begleitet wird, ist ja ebenfalls kein geringer. Wir sehen auch da neue Organisationen, neue Leistungen. Daß jene raumlosen Beziehungen (reine Dauer) bei Vitalreihen vom Organ des Intellektus zum Neenzephalon der Gnosien und Praxien ins Raum-Zeit-Gebiet „zerfallen", ist ebenfalls eine Erfahrungstatsache. An Analogien im Bereich der anorganischen Natur fehlt es nicht.

Daß viele Bewußtseinsprozesse gleichzeitig ein einziges Bewußtsein sind, unterliegt bei Einführung des Bewußtseinsorgans als vermittelndes Agens somit keiner unüberwindlichen Schwierigkeit. Sie tritt nochmals auf, wenn man einmal die Geistestätigkeit einfach beobachtend verfolgt oder zum andern analytisch verfährt, resp. einmal ausschließlich eine intuitionistische Wirklichkeit des Werdens, zum andernmal eine begriffliche des Seins bevorzugt. In den konkreten Gesamtzuständen unseres Geistes hat James[1]) als oberste Tatsache introspektiv den „Bewußtseinsstrom" oder „Gedankenverlauf" hingestellt und die deutsche und französische Psychologie ist ihm darin gefolgt (Wundt, Cornelius, Bergson). Bergson sieht darin wesentlich Aufeinanderfolge, Veränderung (durée interieure, devenir réel, qualitative Mannigfaltigkeit). Die ganze Vergangenheit wird in die Gegenwart zusammengezogen, wobei die sich folgenden Augenblicke einander durchdringen. „Die Vergangenheit schiebt sich durch die Gegenwart in die Zukunft hinein." Das Vergangene besteht dabei individuell fort als Gedächtnis und Charakter[2]). Die erwähnte Analyse hingegen beruht auf einer Projektion des Bereichs der Gnosien, Praxien und Assoziationen, also der Formen der Außenwelt, auf das Gebiet des Bewußtseinsorganes. So entsteht aus der konkreten Dauer das Zeit-Raumgebiet des natürlichen Weltbildes und der Naturwissenschaft, in welchem vor allem Gegenwart, resp. Simultaneität sich findet, und wo es auf Vorhersehen und Messen ankommt. So etwa, wie (nach Bergson) das Pendel die ungeteilte dynamische Spannung einer Uhr in unterschiedene Teilstücke zerlegt und in Länge entfaltet. Die Vermittlung gelingt nach meiner Meinung

[1]) W. James: Psychologie. Deutsch von M. Dürr. Quelle, Leipzig 1909.

[2]) H. Bergson: Essay sur les donées immédiates de la conscience. Paris 1888.

[3]) W. James: Das pluralistische Universum. Deutsch von Goldstein, Leipzig 1914.

James[3]), indem er, mit Rücksicht auf die Kontinuität des in Bildung begriffenen „stream of thought", zwecks Erforschung der inneren Phänomene, die wir teilnehmen lassen wollen an der gegenseitigen Exteriorität der äußeren Dinge, für jedes Teilchen desselben die Aufnahme von und das Zusammenschließen mit benachbarten betont. Diese Teilchen sind nicht durch feste Grenzen eingeengt zu denken. Etwas geht immer unauflöslich mit etwas anderem. „In jedem Pulsschlag des inneren Lebens, wie es Jedem von uns unmittelbar gegeben ist, befindet sich ein wenig Vergangenheit, ein wenig Zukunft, ein wenig von der Wahrnehmung unseres eigenen Körpers und der der anderen Dinge, welche gegenwärtig sind, ebenso wie von den hohen Gedanken, von denen wir zu reden versuchen." Wie sehr auch alle diese Dinge jenseits des Wachbewußtseins „in dumpfer Unbestimmtheit" liegen, jede Phase des inneren Lebens bildet mit ihnen eine Einheit. Überall in jeder ablaufenden Vitalreihe also, möchte ich selbst sagen, steckt etwas Persönlichkeitsbildendes, etwas Ich-gehalt. Wir schalten allerdings aus den komplexen Eindrücken gewöhnlich dieses Persönliche (unsere eigenen Erinnerungen usw.) möglichst aus und halten bloß fest, was Allen gemeinsam ist. Das Relativitätsprinzip ermöglicht ein theoretisches Verhalten, in welchem jeder Bezugskörper gleichwertig dem andern gemacht werden kann. Unsere Existenz spielt sich eben praktisch mehr im Raum-Zeitgebiet, mehr in der äußeren Welt, als für uns ab. Im Moment einer gegenwärtigen Handlung ist das Ich (der eigene Leib) zeit- und raumerfüllender Empfindungsinhalt, wie die Außenwelt. Das Bewußtsein, das wir von unserem Körper haben, kann unsere Gegenwart genannt werden. Es wird dabei davon abstrahiert, wieso er der eigene ist. Die Gesamtpersönlichkeit im Bewußtseinsverlauf wiederum liegt darin, daß die sich durchdringenden, ineinander verschmelzenden einzelnen Teilchen die „Färbung" aller übrigen, man möchte sagen, die individuelle Eigenart aller übrigen (des Ganzen), annehmen. In jedem dieser Teilchen spiegelt sich (nach Bergson) der gesamte Seeleninhalt. So glaube ich selbst, daß die „freie" Handlung die allerdeterminierteste ist, denn sie geht aus der individuellen Eigenart hervor. Aber das Bewußtseinsorgan determiniert nicht assoziativ. Nach James ist der momentane Bewußtseinszustand ein helles von „Fransen" umgebenes Zentrum. Die Franse geht allmählich ins Unterbewußtsein über. Begrifflich identifizieren wir uns mit diesem Zentrum, „aber unser volles Selbst ist das ganze Bewußtseinsfeld im Verein mit allen jenen nicht erkennbaren Ausstrahlungen des Unterbewußtseins, die wir nur fühlen". „Die kollektive und distributive Existenzform befinden sich hier nebeneinander, denn jeder Teil arbeitet für sich, indem er mit anderen Teilen seiner besonderen Sphäre innerhalb der weiteren Sphäre zusammenhängt, Verbindungen eingeht und bestrebt ist, uns in diese Richtung zu ziehen, und dennoch wird das Ganze irgendwie als ein Pulsschlag unseres Innenlebens gefühlt." „Jeder Teil unseres Selbst ist in jedem Augenblick Teil eines weiteren Selbst." Ich verfehle nicht, ausdrücklich nochmals hervorzuheben, daß dies genau so auch in den organischen Funktionen sich verhält. Wiederum ein Anlaß, auf unsere neutrale, psychophysische Organisation hinzuweisen! Mit dem naiven Persönlichkeitsglauben, den hervorragende Psychologen übernehmen zu sollen glauben, deckt sich eine solche „pluralistische" Auffassung keinesfalls. Da die psychischen Phänomene abhängige Variable mit spezifischer Energie ausgestatteter Teilsysteme des Gehirns sind die auch ein Eigenleben führen, scheint mir aber eine andere als eine solche undurchführbar.

Ein Beispiel des konkreten Zusammenhangs des Bewußtseinsorganes mit dem

Neenzephalon der Gnosien und Praxien bietet uns das Zusammenarbeiten des Gedächtnisses mit orientierender Wahrnehmung und Handlung. Hier liegt ein Hin und Her zwischen den Bewußtseinsebenen vor. Gedächtnis ist einerseits eine Sammlung von (motorischen) Gewohnheiten, anderseits von individuellen Erinnerungen. In den ersteren werden die letzteren „aktuell"[1], i. e. wieder bewußt. Diejenigen Erinnerungen werden wachgerufen, welche sich dem bestimmten körperlichen Verhalten einfügen, welches einer Wahrnehmung entspricht. Wie vom Cortex der Gnosien kann der zerebrale Apparat auch vom Bewußtseinsorgan her in Bewegung gesetzt werden. Beide funktionieren nicht ohneeinander (aufmerksame Wahrnehmung, Wiedererkennen). Bewußtsein entsteht (nach Bergson) immer nur, wo es gilt, (nach Wahl) zu handeln. Unsere Gegenwart identifiziert sich mit dem Bewußtsein unseres Körpers als eines in beständiger Umbildung begriffenen arbeitenden Systems. Das erwähnte Zusammenarbeiten der genannten verschiedenen Bewußtseinsebenen, die Nutzbarmachung der Vergangenheit für eine gegenwärtige Situation, charakterisiert das geistige Gleichgewicht.

Im Vorstehenden ist in beständiger Anlehnung an Edinger das (reflektierende) Bewußtsein als etwas zu den Gnosien im Organ des Intellektus erst Hinzukommendes dargestellt worden. Gewöhnlich gilt Bewußtsein als wesentliche Eigenschaft der Seelenzustände im allgemeinen. Manche haben geglaubt, ein Seelenzustand höre auf zu sein, wenn er nicht mehr bewußt ist. Ich glaube vielmehr, man muß denjenigen Psychologen beipflichten, welche das Bewußtsein nur als charakteristisches Merkmal des gegenwärtigen Erlebten, des Tätigen hinstellt. Das nicht sich im Verhalten Aktualisierende kann außerhalb des Bewußtseins fallen, ohne daß es zu existieren, resp. wirksam zu sein aufhört. Es gibt also unbewußte, aber deshalb nicht machtlose Zustände des Bewußtseinsorganes. Bewußtsein möchte man gerade jene von letzterem geübte Hemmung nennen, welche in der Norm nur solche vergangene Erinnerungen durchläßt, deren Verkörperungen als unmittelbare Vorderglieder einer inneren oder äußeren Handlung mit derselben sich verbinden. Eine bloß horizontal, nicht der Höhe und dem Range nach gliedernde assoziationistische Auffassung reicht da nicht aus. Der Kranke, welcher eine im Zustand der Hypnose suggerierte Handlung wirklich ausführt, ist überzeugt, daß letztere durch vorangegangene Bewußtseinszustände „motiviert" ist. Diese letzteren sind aber hier Folgen der Zwangshandlung, die Handlung erst hat jene Bewußtseinszustände herangezogen, eben um den Zwang zu beseitigen, der uns bei Handlungen vom Bewußtseinsorgan aus fremd ist.

Die mit psychischen Begleitern versehenen Gehirnverrichtungen weisen einen sehr verschiedenen Bewußtseinsgrad auf. Die höchsten Bewußtseinsprozesse sind die, welche augenblicklich die Aufmerksamkeit beschäftigen. Daneben gibt es Psychisches, welches, unter gewissen Bedingungen, bewußt (wieder bewußt) werden kann. Ein großer Rest hat die Fähigkeit des Bewußtwerdens (teilweise) verloren. Bewußtmachende Faktoren (natürlich verschiedener Art) sind Wahrnehmung, Ideenassoziation, Handlung, willkürlicher Gedankengang. Mit entscheidend in positiver und negativer Richtung ist besonders auch das Gefühlsleben. Für den konsequenten Parallelismus, der jede geistige Regung zu einer solchen in bestimmten Abschnitten des Zentralnervensystems in Beziehung setzt, ist es von vornherein

[1] Vgl. H. Bergson: Matière et mémoire. Paris 1896.

wahrscheinlich, daß der weitaus größte Teil der Erlebnisse unbewußten Charakters ist und das nur Spitzen der betreffenden Zusammenhänge ins „Licht" des Bewußtseins fallen. Wir werden dann von „psychischen Dispositionen" („ideae materiales") zu sprechen geneigt sein und uns mit dem physischen Unbewußten begnügen

Die in der Geschichte der Philosophie berühmt gewordenen metaphysischen, erkenntnistheoretischen und psychologischen, das Unbewußte betreffenden systematischen Gedankenreihen (Neuplatonismus, Descartes, Leibniz, Fichte, Schelling, Herbart, Schopenhauer, v. Hartmann) sind für die empirische Wissenschaft wenig ergiebig gewesen[1]). Am meisten interessiert uns noch die darin vielfach betonte Irrationalität der unterbewußten Schicht der Seele („Nachtseiten" des psychischen Lebens).

Hypothesen über das Unbewußte gehen aber auch direkt aus den eigenen Bedürfnissen der empirischen Wissenschaften, in neuester Zeit, seit den Arbeiten Freuds und seiner Schüler, sowie denjenigen Bleulers und seines Kreises, aus der Klinik hervor. Die Medizin hat vor allem Interesse daran, daß das Unbewußte (Dispositionen für Vorstellungen, Gefühle, Willen, Phantasietätigkeit) nichts Passives und Ruhendes ist, sondern Aktivität besitzt, gegen welche Verdrängungsversuche unternommen werden. Wir finden immer mehr, daß das Unbewußte nicht eine Nebenerscheinung des psychischen Leben bedeutet, sondern viel eher dessen eigentliches Wesen ausmacht. Die so beliebte Gleichsetzung der psychischen Erscheinungen bzw. der Seele mit den Tatsachen des Bewußtseins ist nicht ohne Widersprüche. In den Beziehungen des Bewußten zum Unbewußten scheint wichtiger das Individuell-Persönliche. Leider ist der diagnostische und therapeutische Weg zum Unbewußten gegenwärtig noch stark kontrovers.

Die „natürliche" Weltanschauung kann eine Abgrenzung von Ich und Körperwelt enthalten, ohne daß damit eine völlige Wesensverschiedenheit von Seele und Körper (Dualismus) gegeben wäre. Diese Spaltung vollzieht sich nach Avenarius erst bei Deutung der Aussagen von Mitmenschen, wenn man sagt, ein Baum z. B. sei als „Abbild" (Empfindung, Vorstellung) im Menschen, wenn man den Baum „introjiziert". Damit ist etwas angenommen, was in unserer Erfahrung nicht ditekt vorzufinden ist, welche uns die Umgebungsbestandteile in bestimmter räumlicher Beziehung zu unserem Körper, niemals in unserem Bewußtsein aufweist. Als Überschreitung der Erfahrung wird die Introjektion beim Versuch, sie mit Erfahrungsinhalten in Einklang zu bringen, zur Quelle von Scheinproblemen. In dem Maße, in welchem man die Umgebungsbestandteile im Innern des Körpers in derselben Weise vorhanden sein läßt, wie außerhalb, werden sie zu etwas von der Umgebung Wesensverschiedenem. Darin liegt eine Wurzel des Dualismus.

Das Ich tritt in der naturwissenschaftlich fundierten Erkenntnistheorie sehr stark zurück. Es wird in betreff des Ichproblems in diesem Anschauungskreise angenommen, daß die Abstraktion zweier Kategorien von Bewußtseinsinhalten eintritt, wenn der Mensch während der Entwicklung seines natürlichen Weltbildes entdeckt, daß andere sich gleich verhaltende Lebewesen existieren, und daß er dieses Verhalten nach Umständen beurteilen müsse, die, nur zum Teil Sinneswahrnehmungen, immer

[1]) Vgl. W. Windelband: Hypothese des Unbewußten. Festrede Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Heidelberg 1914.

aber nach Analogien in seinen besonderen Erlebnissen ihm ganz geläufig sind. Auf diese Weise gelangt er dann zur Einteilung der Vorgänge in zwei Klassen, in solche, die Allen, und in andere, welche nur ihm zugänglich sind. So tauchen die beiden hinfort untrennbaren Gedanken des fremden und eigenen Ich auf (Mach, Kleinpeter[1]). Mein Leib ist der Leib, dessen ich mir als des eigenen Leibes bewußt bin, meine Seele ist ziemlich gleichbedeutend mit: mein Bewußtsein. Außenwelt ist Nicht-Ich. Insofern davon ausdrücklich abstrahiert wird, wieso er der eigene ist, gehört auch der eigene Leib zum raumerfüllenden Empfindungsinhalt, wie die Außenwelt (Schuppe[2]).

Mit der Abstraktion des Ich ist eng verbunden der Gedanke, daß dieses Ich, obwohl es introspektiv sich durch den konkreten Bewußtseinsinhalt derart erschöpft findet, daß „Ich plus Inhalt weniger Bewußtseinsinhalt gleich Null wird", sich nicht indifferent gegen diesen seinen Inhalt benimmt: Aktivität, Selbsttätigkeit des Ich. Es scheinen, fast gegensätzlich, einerseits Bewußtseinsinhalte zu existieren, über deren Vorhandensein wir keine Macht haben (Tatsachen im engeren Wortsinn), und andererseits solche, die „wir selbst hervorrufen" (Geisteskonstruktionen) (Kleinpeter, v. Kern[3]). Das Denken finge nach solchen Annahmen erst dort an, wo der Zwang der Assoziationen aufhört. Es nützt jedoch nichts, in einschlägigen Betrachtungen aus diesem Grunde dem unmittelbar erlebten Ich noch ein „reales" zugrunde zu legen, wie es die introspektiven Psychologen, z. B. Lipps, tun. Aber man muß gestehen, daß für jeden, der sein Denken an der in der Natur überall vorzufindenden Bestimmtheit geübt hat, in dieser Eigentätigkeit des Ich gegenüber seinen Inhalten zunächst etwas Widersprechendes liegt. Wir finden uns da gewissermaßen auf ein unscharf abgrenzbares, wenig analysiertes Stück Bewußtseinsinhalt als übergeordnete Gattung des Ich, welche deshalb gar nicht geistig höherwertig zu sein brauchte, verwiesen. Die hierarchische Stellung des Bewußtseinsorganes in der Organisation beseitigt indessen auch diese Schwierigkeit. Die Aktivität des Ich ist eine solche dieses Organes. Schuppes scharfsinniger, der naturwissenschaftlichen Erkenntniskritik nahestehender Lösungsversuch des Problems ist folgender. Die Empfindungsinhalte, welche den eigenen Leib ausmachen, die Art, wie wir uns selbst (unser Ich) wirklich in unserem Leib ein Stück Raum einnehmend finden und wissen, ich selbst möchte hinzufügen, vor allem gegenwärtig orientiert oder wirklich handelnd, unterscheiden sich, obwohl mit der eigenen Ausdehnung der ganze Raum gesetzt ist, von anderen, welche den Raum erfüllen. Niemand kommt im Leben von diesem Bewußtseinsinhalt der bei Handlungen in der Gegenwart jeweils sich geltend machenden kompakten Ausgedehntheit, der eigenen Raumerfüllung, der Unterscheidung der Leibesteile und der Lage derselben zueinander, kurz von der Identifizierung des Ich mit dem Leibe los. Ohne diese Urtatsache existiert kein Ich. Jener „primäre" Bewußtseinsinhalt ist die Voraussetzung zu allen anderen, ohne Zeit und Raumerfüllung ist das Ich nicht da, erleidet und tut es nichts. Er ist das Zentrum des Bewußtseinsinhaltes. Ein lebendiger Menschenleib und ein Ich, das sich in ihm weiß, bzw. dessen

[1] Kleinpeter: Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart. Leipzig 1905.

[2] W. Schuppe: Erkenntnistheoretische Logik. Berlin 1878. Grundriß der Erkenntnistheorie und Logik. Berlin 1893. Zusammenhang von Leib und Seele. Wiesbaden 1902.

[3] v. Kern: Wesen des menschlichen Seelen- und Geisteslebens. Berlin 1907.

primärer Bewußtseinsinhalt er ist, sind als ursprünglich Ganzes vorhanden, nicht etwa als zwei selbständige Dinge nebeneinander, die nur in gewissen, wenn auch noch so innigen Beziehungen stehen. Da es kein Bewußtsein gibt, welches gar keinen anderen Inhalt besäße, als die eigene Räumlichkeit, so ist anzunehmen, daß der primäre Bewußtseinsinhalt mit allen anderen Bewußtseinsinhalten, bzw. durch die unsere Sinnesqualitäten vermittelnden Nervenapparate immer gleichzeitig vermittelt ist: jede bestimmte Empfindung, welcher Art sie auch sei, setzt die Unterscheidung der Leibesteile usw. mit, setzt sie voraus, so daß ein Unmittelbares darin liegt. Der Leib als jenes Stück Raum, in welchem das Ich sich findet, diese conditio sine qua non für alle anderen Bewußtseinsinhalte, enthält auch vieles, wovon wir unmittelbare Kenntnis nicht besitzen, was wir erst an fremden Leibern kennen lernen und im eigenen dann erschließen. Trotzdem sind diese Dinge in die Indentifizierung einzubeziehen, sie sind dasjenige, dessen sich Jeder als seiner „kompakten" Ausgedehntheit bewußt ist. Bei der auseinandergesetzten Identität des Ich mit seinem Leibe ist es eine unvermeidliche Konsequenz, daß das Ich, welches sich als dieses Ausgedehnte weiß, auch Änderungen desselben an diesem oder jenem Teil als die seinigen weiß. Am und im eigenen Leib trägt sich allerdings Vieles zu, wovon der Besitzer keine direkte Kunde erhält. Unter gewissen, z. B. unter pathologischen Verhältnissen kann jedoch auch dieses ins Bewußtsein hineinragen. Aber insofern wir von einer solchen Veränderung überhaupt wissen, kann man das Bewußtsein der erfolgten Änderung ebenso beurteilen, wie den erörterten primären Bewußtseinsinhalt. Da wir die Organe im Innern des Leibes und die Vorgänge in ihnen als zu demjenigen, worin und als was wir uns selbst finden, Gehöriges auffassen dürfen, so ist auch alles, was als Tätigkeit usw. dieser sich aussagen läßt, vom Ich auszusagen: ich sehe, ich verdaue usw. Das Ich macht sich nicht erst hinterher die Ergebnisse seiner Leibesorgane zu eigen, dazu wäre ein neuer Apparat erforderlich. Wenn nun „mein Auge sieht, mein Ohr hört", wer oder was ist es, dem durch die Sinnesorgane vermittelt werden soll? Das Ich ist ein objektiv, aber kein subjektiv teilbares Quantum. Ist etwas ein Teil dieses Leibes, der ich bin, so ist, daß ich nicht bloß dieser Teil bin, vom introspektiven Standpunkte in bezug auf Wirkensmöglichkeit gleichgültig. Eo ipso geht, was in ihm vorgeht, in mir vor. Bedingung der Sinnesempfindungen sind die Organe in normaler Beschaffenheit, Erkrankung alteriert die Sinnesdaten. Es ist nur eine Konsequenz des mit seinem Leibe räumlich ausgedehnten Ich, wenn auch die speziellen Bestimmtheiten, in denen es sich findet, in diesem Ausgedehnten gewissermaßen lokalisiert sind: das heißt eben „Organe haben". Die einzelnen Bestimmtheiten fallen mit den Vorgängen in den einzelnen Leibesteilen so zusammen, wie das Ich mit seinem ganzen Leibe. Wenigstens eine Analogie wird man ferner zugestehen, daß, wie das Auge sieht, so bestimmte Gehirnbezirke vorstellen, weshalb das in ihnen sich findende Ich vorstelle. Vom Standpunkt der Identität des Ich mit seinem Leibe wird sich endlich auch die Frage lösen lassen, wie ein geistiger Vorgang, z. B. der Willensakt (nach Schuppe ein „Urelement des Seelenlebens, wie Vorstellen und Fühlen"), auf motorische Nerven einwirken kann. So wie ich mich als diesen sehenden, vorstellenden Leib weiß, ganz ebenso bin ich auch dieser Leib mit seinen motorischen Nerven. Mein motorischer Nerv will, weil ich will, weil ich dieser motorische Nerv bin. Johannes Müller, Hering, Mach haben verwandte Gedanken ausgesprochen. „Spreche ich von

meinen Empfindungen, so sind dieselben nicht räumlich in meinem Kopf, sondern mein Kopf teilt mit ihnen dasselbe räumliche Feld." Wenn auch nicht räumlich sind sie aber doch funktional an das vorgestellte (beobachtete) Menschenhirn gebunden. In diesem letzteren Sinne wären auch die folgenden Thesen von Avenarius zu interpretieren: „Das Denken ist kein Bewohner oder Befehlshaber, keine andere Hälfte oder Seite usw., aber auch kein Produkt, ja nicht einmal eine physiologische Funktion oder ein Zustand überhaupt des Gehirns."

Wir haben (vgl. S. 376) gesehen, daß unsere einzelnen Empfindungen den Körper so orientieren, wie das in unserer Organisation gelegene Moment, nicht die objektive Reizenergie es erfordern (der Affe greift hinter den Spiegel, in dem er sein Bild sieht usw.); daß wir überhaupt unsre Umwelt aus den Reizkomplexen, aus der jeweiligen Situation herausschneiden. Es hat sich aber auch gezeigt, daß (vgl. S. 90) unsere ererbten Anlagen erst unter der individuellen Konstellation der Außenbedingungen realisiert werden. Die Beseitigung einer gewissen Fremdheit des äußeren Mediums verwandelt selbst ein schon in der Entwicklung begriffenes Jndividuum in einen Jndividual-Detritus (vgl. oben S. 37, 61). Beide, Organisation und Lebenslage, sind also konvergent, immer in Wechselwirkung. Die Anlagen bilden ein geschlossenes System von Dispositionen, welches der Außenwelt bald über- bald untergeordnet, aber nie absolut selbständig erscheint. Dabei sind die Glieder des organischen Systems nicht bloß künstlich abgrenzbar, sie haben auch ein autonomes Leben. Nicht an allen Beziehungen zwischen Organisation und Außenwelt ist die Person als von vornherein Ganzes beteiligt.

Vitalreihen und Ketten von solchen.

Der bisher für die Interpretation der im speziellen Teile zu sammelnden pathologischen Tatsachen dieses Buches festgehaltene methodologische Standpunkt ist deshalb nicht bloß ein syzygiologischer (der Terminus „Zusammenhangslehre" für die Beziehungen zwischen Form und Funktion der Organe, für die Korrelation im Phänotypus, die funktionelle Anpassung usw. ist von Hesse[1]) eingeführt worden), sondern auch ein ökologischer, d. h. wir betrachten synthetisch den individuellen menschlichen Organismus nach Verrichtung und Bau in allen Zusammenhängen mit seiner besonderen (leblosen und lebenden) Umwelt, also sein „Verhalten", besonders die regulatorischen Charaktere desselben, sowie die Veränderlichkeit in Abhängigkeit vom physiologischen Zustand.

Unter Verhalten[2]) verstehen wir nicht nur die allgemeinen Körperbewegungen, sondern alle besonders deutlich abgehobenen und ausgeprägten Reihen von Lebenserscheinungen. Wir haben die Rolle der Struktur kennen gelernt und gesehen, daß sie der Spezies und dem Jndividuum zunächst nur eine bestimmt begrenzte Reihe von Betätigungen auf Reize ermöglicht. Aber wir fanden auch, daß die Reaktion auf einen gegebenen Reiz nicht bloß vom anatomischen Bau, sondern auch von der Plasmastimmung abhängt, und faßten deshalb den Begriff des Organisationsprinzips vorwiegend funktionell. Auch die Jntelligenz, haben wir gehört, hilft innerhalb gewisser

[1]) R. Hesse: Handwörterbuch der Naturwissensch. I. Jena 1912.

[2]) Vgl. H. S. Jennings: Verhalten der niederen Organismen. Deutsch v. Mangold. Leipzig und Berlin, Teubner, 1910.

Grenzen, in bestimmter Situation über Schranken der Organisation hinweg. Doch gehört auch sie selbst zur letzteren. Wo wir die vitalen Leistungen unabhängig von momentaner äußerer Reizung sich vollziehen und verändern sahen, erwies sich die lebendige Substanz doch dem Einfluß von Lebensbedingungen unterworfen, in welch letztere sich jeder Dauerreiz verwandelt. Der Zusammenhang der Reaktion mit Reizen äußert sich auch in der Entwicklung. Das System der Gene stellt ein dem Organismus während der Individualitätsphase überhaupt durchdringendes originäres Ganze dar, welches gleichfalls den Außenbedingungen unterworfen ist: die realisierten Eigenschaften der Person sind das Ergebnis der ererbten spezifischen Reaktionsnorm auf die zufällige Lebenslage.

Die Grenzen des artgemäßen und individuellen Verhaltens sind bezeichnet vor allem durch das genotypisch veranlagte, durch die Lebenslage modifizierte Aktionssystem, d. h. durch eine Zahl von kombinierbaren Vitalreihen, die zusammen mit dem Reizkomplex eben das individuelle Verhalten ergeben. Immer wollen wir im syzyologischen Sinne wissen, welche Rolle eine ins Auge gefaßte Funktion (Vitalreihe) im Gesamtleben des betreffenden Individuums spielt. Abgesehen von der Feststellung des „Radius" der Aktion und der Accommodotionsbreite, der Lokalisation der Reaktionen und der Genauigkeit des Unterscheidungsvermögens der Reize ist eine Grundfrage die, wieso der Organismus gewisse Bedingungen zurückweist, andere fest behält, und inwieweit besonders im ersteren Falle die Integrität des Bestandes gefährdet ist (positive, negative Reaktion). Gerade ärztlich interessiert am meisten die letztere. Vor allem entscheidend hierbei ist die Wahlmöglichkeit unter den Reaktionen und die Promptheit des Übergangs der physiologischen Zustände[1]) Bei den verschiedenen menschlichen Individuen sind unter normalen und krankhaften Verhältnissen die Formen des Verhaltens sehr verschieden. Auch sehen wir, daß während der Individualitätsphase die Gesamtheit oder bestimmte Teile des Verhaltens sich verändern, sich geeigneter verbinden usw. unter variierten Bedingungen (Entwicklung, Anpassung).

Das organische System, speziell im Sinne von Avenarius[2]), ist aus Partialsystemen zusammengesetzt, von denen jedes auch wiederum für sich als ein System aufgefaßt werden kann, dessen Änderungen abhängig sind von denjenigen eines oder mehrerer anderer solcher desselben Hauptsystems. Wenn eine Vielheit von Verhältnissen der Glieder eines organischen Systems untereinander möglich, und die Überführung ineinander mehr oder weniger abhängig ist von Bestandteilen der übrigen Umgebung, so stellt, auf Stufen des Lebens oberhalb des Tropismus, der äußere bestimmende Umgebungsbestandteil nur einen Teil der Änderungsbedingungen des Systems dar (die „Komplementär"-Bedingung der Systemänderung bei Avenarius). Überall, wo Reizverwertung (vgl. S. 279) in Betracht kommt, bestimmen die Verhältnisse der Systemglieder im Moment unmittelbar vor jeder Änderung (der physiologische Zustand) den Verlauf wesentlich mit, jene Komplementärbedingung (im Reizkomplex) und die (augenblickliche) Systemkonfiguration als systematische Vorbedingung ergänzen sich erst zur Bedingungsgesamtheit[3]). Ein nahe-

[1]) Vgl. Jennings: l. c.
[2]) R. Avenarius: Kritik der reinen Erfahrung; l. c.
[3]) R. Avenarius: l. c.

liegendes Beispiel sind die Beziehungen des organischen Systems zur Nahrung. Auf der vitalen Stufe des Tropismus richtet dieser das Individuum durch chemisch-physikalische Kräfte auf Gewinn und Verderb, gewissermaßen nur zufällig gelangen die wandernden Räupchen der Porthesia (Goldalter) zu den sie nährenden jungen Blättern. Wo die Reizverwertung erst beginnt, ist es nur die chemische Reaktionsnähe, welche die Vereinigung zwischen Tier und Nahrung herbeiführen kann. Der Apparat des Neenzephalon, in welchem die Gnosien, Praxien und Assoziationen organisiert sind, stellt auf einer weit höheren Stufe des Lebens aus den komplementären Reizkomplexen in einer viel weiteren Umgebung sinnliche Elemente (Gerüche, Schälle, optische Bilder) her, welche den Organismus als eine Art von Signalen für Nahrungsstoffe als Komplementärbedingungen des eigenen Systems richten. Die so hergestellten Verbindungen auf der Stufe des impressionistischen Verhaltens sind immer noch automatische, aber sie sind veränderlich und vorübergehend. Die Nahrung findet sich als Glied in verschiedenen Systemen der Außenwelt enthalten, bald dieses, bald jenes Element der Umwelt muß im gegebenen Moment zum Reiz werden können. Das Bewußtseinsorgan endlich produziert als psychische Begleiter seiner Funktion Gedankensymbole, welche, in Ausdrucksmitteln verkörpert, über den Erdball verbreitet werden können und ein zielgemäßes Suchen nach komplementären Bedingungen, nach neuen Methoden der Herstellung von Gleichgewichten zwischen organischem System und seinem Medium ermöglichen. Reaktionen, bei denen die augenblickliche Konfiguration und die Komplementärbedingung sich zur Bedingungsgesamtheit des Systems ergänzen, werden wir als „positive" noch öfter zu betrachten Gelegenheit finden. Bei den aus Partialsystemen zusammengesetzten organischen Systemen haben wir es überdies auch zu tun mit intrasystematischen Komplementärbedingungen der Systemänderungen und mit mittelbaren Abhängigkeiten dieser Änderungen von der Umgebung, weil eine intrasystematische Änderung wenigstens irgendwie in letzter Linie bloß Teil einer Reihe von Änderungen zu sein pflegt, welche in Beeinflussungen der Umwelt auf das gesamte System ihren Grund haben[1]). Darauf läuft die kollektive und distributive Existenz des Systems hinaus (vgl. S. 51, 67).

Der Relativitätsstandpunkt läßt uns das Ganze der Erfahrung ansehen als Wechselbeziehung zweier (unvollständig erschlossener) Komponenten, der Organisation und des Reizkomplexes. Beide sind Dinge nur im Sinne relativer Stabilität der Änderungen von Merkmalen, welche an ihnen beobachtet werden, aber doch zu einem gewissem Grade für die Analyse a priori. Es ist schon wiederholt darauf hingewiesen worden, daß das organische System sich rezeptiv und spontan verhält. Auf tiefen Stufen des Lebens sehen wir vor allem Abhängigkeit von der Situation, der „Zufall" entscheidet. Je weiter wir in der Hierarchie des Lebens emporsteigen, desto autonomer wird die Organisation, desto mehr haben die Lebewesen die Situation in der Gewalt, desto mehr gestalten sie ihre Umwelt. So entsteht ein Gebiet des expressiven Verhaltens der Aktivität, das natürlich, weil immer in Beziehungen der Gleichgewichtsherstellung wurzelnd, nichts grundsätzlich Verschiedenes ist.

Da man überhaupt von irgendwo ausgehen muß, scheint mir dieser biologische Standpunkt der zweckmäßigste für den Wissenschaftsbetrieb zu sein. Biologisch

[1]) Vgl. R. Avenarius: l. c.

ergibt sich das Erfahren, woran das Denken zunächst überall anknüpft. Wendet man ein, der Relativismus stamme aus dem Denken, so kann man antworten, nein, Denken ist Relativismus, da ist kein Verhältnis wie zwischen Teil und Ganzem. Denken und Handeln gewinnen immer mehr vergleichbare Seiten. Bei der Handlung wird alles, was sie am meisten kennzeichnet, erst sekundär auf das allerdings praktisch sehr wichtige (vorwiegend emotionelle) Etwas, das wir als Subjekt (Ich) vorfinden, bezogen. In der Physik hat die Relativitätstheorie gezeigt, daß jedes Bezugsystem gleichwertig ist. Das Relativitätsprinzip im allgemeinen bestimmt uns auch, den Begriff des Psychischen bloß in Gegenüberstellung zum Physischen aufzustellen.

Die allgemeinste Unterscheidung der Gleichgewichtsherstellungen zwischen organischem System und Medium besteht darin, daß die Reaktion diffus oder für sich individualisiert ist. Ersterer Fall tritt ein bei Übermacht des Reizes. Das Verhalten entspricht dann dem Zur Strassenschen „Prinzip der Schrotflinte", das heißt, es erfolgt der Situation gegenüber eine Überproduktion von Möglichkeiten, welche der (unangepaßte) Organismus in einem „unsystematischen Herumtasten" alle verwirklicht. Die gegenteilige Kanalisierung der Reaktionen macht das Verhalten mannigfaltiger und ökonomisiert die Energieverausgabung. Ermöglicht wird diese Individualisierung durch ein spezielles Organisationselement: die Zentralisation in der Verteilung von Nahrungsstoffen, Hormonen, der Abfuhr von Stoffwechselschlacken, vor allem aber in der Reizleitung zwischen den Körperteilen. So sehen wir, daß an Stelle des auf gewissen Stufen des tierischen Lebens allein vorhandenen Lymphgefäßsystems mit seinem diffus ausgebreiteten einförmigen Kanalsystem auf den höheren ein Zirkulationsapparat mit einem zentralen Motor, dem Herzen, tritt. In den Plasmodesmen (vgl. S. 311) sieht Braus ein altes, allen vielzelligen Organismen ursprünglich eigenes diffuses Reizleitungssystem, welches auch jetzt bei den Embryonen höherer Tiere anfänglich allein da ist. Daß es, z. B. im Herzen, reizleitend fungiert, gilt als sicher. Dieses primitive Reizleitungssystem wird durch dasjenige der neurofibrilläre Substanz führenden Nerven verdrängt (ersetzt) mit zahlreichen Zentren in Rückenmark und Gehirn. Zwischen diffusem und zentralisiertem Nervensystem existieren Übergänge. Beim diffusen sind die Neurone gleichmäßig über die zu versorgenden Teile in der Anordnung eines Netzes verteilt. Die von den Ganglienzellen abgehenden Neuriten verbinden sich mit denjenigen der Nachbarneurone (mit denen von Sinneszellen, mit den Muskeln); Dendrit und Axon ist hier gleichwertig, lange Bahnen fehlen. Die Erregung breitet sich nach allen Richtungen aus, verteilt sich und nimmt rasch an Stärke ab. Besondere Komplexe werden nicht gebildet. Schon bei den Cölenteraten beginnt die Zentralisierung. Letztere besteht darin, daß die Ganglienzellen zahlreicher Neurone sich an bestimmten Stellen anhäufen (Knotenbildung), von wo die Neuriten zu Reizaufnahmestellen oder Erfolgsorganen in langen Bahnen abgehen. Das Ganglion verknüpft die Neurone untereinander. Die Zentralisierung kann sehr verschieden weit gehen, wobei das Nervensystem anatomisch immer umschriebener wird: zahlreiche Zentren, durch lange Bahnen verbunden, sind im Organismus verteilt, oder eng, bis zur Verbindung in einer einheitlichen Masse, zusammengelagert. Die Zentren sind dabei koordiniert, oder es kommt zur Überordnung in der Weise, daß eines der Zentren nicht unmittelbar mit reizaufnehmenden und effektorischen Körperteilen verbunden ist, sondern von „niederen Zentren" her erregt wird und wiederum von sich aus die letzteren erregt. Die Zentralisation ist also mehr als Um-

schaltung. Die Hierarchie kann auch mehrere übergeordnete Zentren umfassen. Direkt parallel mit dieser Sonderung von zentralem und peripherem Nervensystem geht, wie gesagt, die Vereinheitlichung (Individualisierung) und Ordnung von Leistungen. Bei den Aktinien z. B. gibt es kein Nervenzentrum, ein zentrales Nervennetz ist überall und die Tiere weisen infolgedessen bloß einen generellen (Fütterungs-) Reflex, nicht in mehrfachen Bögen differenzierte Reflexakte auf[1]. Variabel ist natürlich auch der generelle Reflex, und zwar abhängig vom physiologischen Zustand. Jene Subordination der Zentren kann wechselnd weit gehen, selbst während des Individuallebens finden sich da verschiedene Verhältnisse. Bei jungen Hunden bleiben auch nach Durchschneidung des Halsmarks hoch oben rhythmische Atembewegungen bestehen, es gibt also spinale respiratorische Zentra, dasjenige der Medulla oblongata reguliert bloß die tieferen. Beim erwachsenen Tier sistiert, nach Maßgabe der Abkühlungsexperimente von Trendelenburg[2], Leitungsunterbrechung zwischen Gehirn und Rückenmark die Atmung völlig, der Ausfall kann nicht sofort wieder rückgängig gemacht werden. Da liegt, ähnlich wie beim Herzen, eine Zentrenverschiebung und Einengung vor. Niedere Zentren kommen völlig unter die Oberleitung höherer, nur bei Isolierung vom höheren Zentrum kann allmählich die Funktion vom niederen wieder übernommen werden. Bei den Vertebraten finden wir einen zentralen Nervenapparat, den wir (vgl. oben S. 327) nach Edinger abteilen: Paläencephalon und Neencephalon mit seinen beiden Hauptabschnitten. Mit dem Auftreten des Neencephalon (Hirnrinde) entwickeln sich ganz neue Funktionen im Nervensystem, obwohl das Paläencephalon fortbesteht. Wir müssen also, nach Edinger, untersuchen, wie sich auf die alten bei Vertebraten mit Paläencephalon vorhandenen Bewegungen usw. neue aufbauen, wenn letzterem ein neuer Hirnteil sich hinzugesellt. Das Neencephalon (Rinde) beeinflußt die Zentren des Paläencephalon usw. Das Bewußtseinsorgan, der höchste Abschnitt des Neencephalon, „lernt" noch viel während des Individuallebens.

Da es, wie wiederholt früher auseinander gesetzt, eine innerpsychische Eindeutigkeit (psychische Kausalität) nicht gibt, da wir jede seelische Erscheinung an Vorgänge im Gehirn geknüpft finden, müssen wir auch die tatsächlichen Regelmäßigkeiten, resp. die Bestimmungsmittel des geistigen Geschehens in der Organisation (des Zentralnervensystems) suchen. Der großen Mannigfaltigkeit der psycho-physischen Betätigung des Menschen, der mannigfaltigen Gliederung der psychischen Gebilde muß wiederum eine ebenso reiche Neben-, Über- und Unterordnung genotypisch angelegter, durch die Lebenslage modifizierter (geübter) nervöser Zentren parallel gehen.

Die Auffassung, nach welcher die Leistung des Zentralnervensystems (Gehirn) in der Sammlung der von der Peripherie des Organismus ausgehenden Erregungen und in der Vermittlung von Bewegungsanstößen auf die Peripherie gesucht wird, die also dasselbe zum „Diener" des Gesamtkörpers macht, kehrte Avenarius um, indem er im übrigen Organismus nur Bedingungen für die Entwicklung und Erhaltung der Teile seines Systems C sieht und die Ernährungs-, Bewegungs- sowie die Sinnesorgane nur als Mittel betrachtet. Er begreift also das Leben des Zentralnervensystems aus sich selbst heraus. Beide erwähnten Auffassungen sind, methodologisch ge-

[1] H. Jordan: Ztschr. f. allg. Physiologie. 7. Bd. 1908. 8. Bd. 1909.

[2] Trendelenburg: l. c.

nommen, abstraktiv-neglektive Fiktionen im Sinne Vaihingers, welche bei verwickelten Erscheinungskomplexen gewisse Wirklichkeitselemente absichtlich vernachlässigen, um ein abstraktes System zu gewinnen. Die richtige Mitte hält man ein, wenn man sich mit Mach vorstellt, das Gehirn sei ein vom Organismus geschaffener Repräsentant oder Doppelgänger seiner selbst, welcher alle spezifischen Energien, deren das Ganze fähig ist, zusammenfaßt. Die Brauchbarkeit aller solcher Fiktionen ist immer erst speziell festzustellen in der Praxis des Wissenschaftsbetriebs.

Gehen wir von hier aus, erscheint der wichtigste Teil des „Verhaltens" in verschiedenen Komplexionen.

Halten wir uns wiederum an Edinger, so geben wir die gegensätzliche Stellung des Gehirns zum Rückenmark auf, weil sie weder anatomisch, noch physiologisch und besonders auch psychologisch zweckmäßig ist. Das Paläencephalon nimmt durch die rezeptorischen Rückenmarkswurzeln, durch die Nerven der Medulla oblongate und auch durch die Sinnesnerven alle Rezeptionen von der Außenwelt auf und überträgt sie in oft recht komplizierten Wegen auf efferrente, in den Muskeln die Motus hervorrufenden Bahnen (vor allem kommt hier Rückenmark und Medulla oblongata in Betracht). Verschiedene regulatorische Zentra (Erhaltung der Muskelspannungen, des Gleichgewichts, der Raumorientierung) überlagern den rezipierenden Mechanismus, z. B. das statotonische Kleinhirn, die (vorwiegend) akustisch-optischen Vierhügel, das Zwischenhirn (Aufnahme aller Züge aus den ersten rezipierenden Zentren, Sympathicus), der Lobus alfactorius und das (unbekannt wie fungierende) Corpus striatum. Das Rückenmark stellt eine metamer angelegte Summe von Bewegungsmechanismen dar, welche, einzeln oder in Kombinationen erregt, ihre bestimmten Rezeptionen und Motus „zwangsmäßig" vollführen, wobei naturgemäß schon einzelne Segmente für sich lokalisierte Funktionen verrichten können. Die Rezeptionen des Auges wirken hemmend auf Rückenmark und Kleinhirn (welch letzteres die gesamte Statik der tonisch gespannten Körpermuskulatur erzeugt und in den Dienst des Stehens und Gehens stellt). Ich erwähne z. B. den Umklammerungsreflex des Frosches, der, normal nur im Frühjahr leicht auszulösen, nach Abtrennung des Mittelhirns während des ganzen Jahres erregt werden kann (unter natürlichen Verhältnissen heben erst Hormone des Hodens die besprochene Hemmung auf). Das Zwischenhirn, als Endstation rezeptorischer Bahnen, empfängt Erregungen aus der Region des Oralapparates und hat zentrale Bedeutung für den Sympathicus, der Riechapparat endlich vermittelt Chemorezeptionen. Edinger weist ferner darauf hin, daß die motorischen Mechanismen überall zu Bewegungskombinationen sich verknüpfen, auch das decapitierte Kaninchen flieht noch in Galoppsprüngen. Endlich wäre noch hinzuzufügen, daß alle Teile sich in der Größe entwickeln, welche der individuellen Lebenslage entspricht.

Uns interessiert von unserem speziellen Standpunkt aus hier vor allem die persönliche Seite, also die Gesamtleistung des Paläencephalon. Edinger verweist in dieser Beziehung auf die Vertebraten, welche kein Großhirn besitzen (Knochenfische, allenfalls die Schaltiere), sowie auf des Vorderhirns beraubte Frösche, Vögel, Reptilien, Säuger (Vögel sind schon besser an Rezeptionen aus dem Neencephalon gewöhnt, noch sicherer ist es für die Säuger, daß die Selbständigkeit des Urhirns geringer geworden), wenn man auch die einmal als paläencephal erkannten Handlungen bei den höchsten Tieren ebenso zu lokalisieren hat. Vor allem kommt es

auch auf die „Plastizität“ des vorhandenen Zentralapparats, auf die Lern- und Anpassungsfähigkeit in dem auf Nahrungsaufnahme, Fortbewegung und Geschlechtsleben beschränkten Verhalten an. Zwischen seinen Sinnesrezeptionen und Bewegungskombinationen vermag das Paläencephalon einzelne neue Relationen zu knüpfen.

Als koordinierende Organisationselemente des Nervensystems haben wir (vgl. oben S. 310ff.) neben den anatomischen Beziehungen zwischen den Neuronen physiologisch kennen gelernt: die von Sherrington aufgeklärte Funktion der motorischen Neurone als gemeinsame Strecke, die synergistischen und antagonistischen Beziehungen der Reflexbögen (weitverbreitete Doppelinnervation antagonistischer Zentren und Muskeln), die Wiedererregung in der Peripherie durch die tätigen Organe selbst (tonische Reflexe, Reflexketten, rhythmische Reflexe, zirkuläre Reaktion von Baldwin), die Exnersche Sensomobilität und die Bahnung.

Fassen wir die Gesamtheit des psycho-physischen Verhaltens (auch mit Rücksicht auf die gleich noch zu besprechende Verwicklung durch das Hinzutreten des Neencephalons) biologisch ins Auge, müssen wir aber einen vorläufig umfassenderen natürlichen Gesichtspunkt haben, der nicht aufgegeben werden muß, wenn wir von den Reaktionen des Paläencephalon zu denjenigen des Neencephalon aufsteigen. Ein solcher Gesichtspunkt ist der von Avenarius[1]) in den Vitalreihen gefundene.

Pflüger nahm an, daß, nach dem ersten der von ihm aufgestellten Reflexgesetze, die Bewegungen eines Aalschwanzes bei z. B. linksseitiger Reizung durch ein brennendes Hölzchen ins Feuer hinein erfolgen müßten. Tatsächlich erfolgen sie aber vom Feuer weg. Der Erfolg des Experiments bleibt derselbe, ob man das Rückenmark zwischen Medulla oblongata und Plexus brachialis oder an irgendeiner beliebigen tiefer gelegenen Stelle durchtrennt, ja selbst, wenn man mit einem Schwanzstückchen experimentiert. Pflüger, dessen Reflexgesetze heute nicht mehr voll aufrecht gehalten werden, meinte, daß die Leistungen des Rückenmarks unter Vermittlung eines psychischen Prinzips im Sinne von Willensbewegungen erfolgen. Goltz erklärt ebenfalls ausdrücklich, daß aus Unberechenbarkeit und Zweckmäßigkeit des Verhaltens normaler Frösche der Rückschluß auf eine Seele zu machen sei. Auch er fragte sich, ob die Bewegungen des großhirnlosen Frosches noch auf eine Seele als Ursache hinweisen? Er findet, daß das verstümmelte Tier, dem auch noch die rechte hintere Extremität an den Rumpf angenäht ist, im Verhalten unter sonst gleichen Bedingungen dem Normaltier völlig gleicht, es reguliert, „berechnet“ durch Gesichtseindrücke seine Motus, erreicht seinen „Zweck“ (springt), ohne vorhergegangene Übung („Erfahrung“). Auch nach ihm besitzt der Frosch ohne Großhirn noch Seelenvermögen. Goltz befestigt weiter einen geköpften Frosch so in der Bauchlage, daß nur die hinteren Gliedmaßen frei beweglich bleiben. Auf dem Wege, welche die Extremität zurücklegen muß, um Essigsäure von einer Hautstelle (Rumpf) wegzuwischen, werden Nägel als Hindernisse ins Brett eingeschlagen. Nunmehr vermag das Tier seine Absicht nicht zu erreichen, es erfolgt keine Variation der Motus zwecks Umgehung der Hindernisse, die als Ausfluß von Seelenvermögen gelten müßten. Ein anderer, in Bauchlage befestigter, geköpfter Frosch wird (ebenfalls durch Nägel) gehindert, Essigsäure von der Haut des äußeren Knöchels in der gewohnten Weise

[1]) R. Avenarius: Kritik der reinen Erfahrung; l. c.
J. Petzoldt: Einführung usw. Leipzig, Teubner, 1900–1904.

fortzuwischen (d. h. dadurch, daß sich beide Füße hinter dem Rumpf treffen und dann reiben). Der Frosch arbeitet mit den Füßen an den Nägeln, als wenn er sie wegdrücken wollte. Mit einem Male macht er dann eine von den früheren ganz abweichende Bewegung. Er reißt sie ganz nach vorn an den Leib, entfernt damit die Kniekehlen von den Nägeln und kann nun frei von jeder Hemmung die Füße zwischen den Nägeln aneinander reiben. Dieses Verhalten, wobei der Frosch durch Umgehung eines Hindernisses den „Zweck" erreicht, erklärt aber Goltz so, daß die kräftige Streckung der Beine wiederum als Reiz wirksam wird für andere Rückenmarkszentren, durch welche das Anziehen der Beine veranlaßt wird. Endlich läßt sich der enthauptete Frosch langsam bei Erhöhung der Temperatur des Wassers seines Behälters sieden, er sei also „empfindungslos". Goltz hat somit einen Gegensatz zwischen der Leistung des Rückenmarks und dem nur des Großhirns beraubten Frosches festgestellt. Er bezieht ihn auf das Empfindungsvermögen[1]). Wir haben heutzutage nicht mehr den Glauben, daß es überhaupt Kriterien spezifisch-seelischer „Wirkung" gebe.

Jemand will (das Beispiel findet sich bei Avenarius) bei Regenwetter ausgehen und findet seinen Schirm nicht am gewohnten Platz. Er sucht an verschiedenen Orten, wo der Schirm „vermutet" werden kann. Endlich findet er den gesuchten Gegenstand. Oder: einem Kind werden laute schrille Töne ins Ohr trompetet. Es macht den Mund auf, versucht allerhand Abwehrbewegungen. Endlich verschließt es die Ohren mit den Händen.

Der eigentümliche Geruch, welcher während der Wirkung der Elektrisiermaschine namentlich beim Ausströmen der Elektrizität durch Spitzen auftritt, ist von Van Marum beobachtet worden. Schönbein hatte 1839 mehrmals Gelegenheit, diesen Geruch bei Blitzschlägen gleichzeitig mit der Entwicklung eines bläulichen Dunstes, und später bei der Elektrolyse von Wasser an dem entwickelten Sauerstoff wahrzunehmen. Die erregte Phantasie des großen Chemikers bezog den Geruch auf einen gasförmigen Stoff, denn nur ein solcher konnte das Geruchsorgan affizieren. Dies geschah um so leichter, als der riechende Stoff Metalle rasch oxydierte, gewisse Metalle rasch negativ polarisierte, also besondere chemische Eigenschaften aufwies, die er durch Erhitzung wieder verlor. Ebenso natürlich war es, daß Schönbein den von ihm Ozon genannten, dem Sauerstoff beigemischten, aber von letzterem verschiedenen Stoff zunächst für eine Verbindung hielt. Die weitere Beobachtung, daß der Phosphor beim langsamen Verbrennen in der Luft den charakteristischen Geruch ebenfalls entwickelt, führt zu chemischen Versuchen, des Ozons habhaft zu werden. De la Rive beweist 1845, daß das Ozon ein allotropischer Sauerstoff ist. E. Mach[2]), welchem ich dieses (weil mehrere Personen betreffend, besonders instruktive) Beispiel entnehme, weist auf die wichtige Rolle der Phantasie bei den Entdeckungen hin, indem dieselbe Vergleichung und Zusammenpassung der Wahrnehmungen mit den unter anderen Umständen gewonnenen Erfahrungen (Erinnerungen) ermöglicht. Auch zeigt das Beispiel die Bedeutung des geweckten Interesses und die Eröffnung neuer Forschungswege durch eine zufällige Beobachtung.

Durch den Befruchtungsreiz wird die Eizelle aus dem chemischen und Form-

[1]) E. Pflüger: Die sensorischen Funktionen des Rückenmarks der Wirbeltiere, 1853.
F. Goltz: Beiträge zur Lehre von den Funktionen der Nervenzentren des Frosches.
[2]) E. Mach: Erkenntnis und Irrtum, l. c.

gleichgewicht gebracht und kehrt, beständig durch Reize beeinflußt, in der Entwicklungsarbeit auf dem Wege über das Individuum zum Eizellenstadium zurück.

Was ist das Gemeinsame aller dieser aufgezählten, anscheinend weit auseinander liegenden biologischen, physischen und psychophysischen Vorgänge? In sämtlichen besprochenen Fällen liegt die Herstellung eines Gleichgewichtes zwischen den inneren Kräften eines abgeschlossenen organischen Systems mit Kräften des Mediums vor.

Als gemeinsamen Grundzug solcher Sukzessionen von Leistungen, welche den Organismus von den verschiedensten Seiten als Aktionszentrum im weitesten Wortsinn (Entwicklung und Formwechsel, Motilität, Vasomotilität, Sekretion, Gewohnheiten, zusammengesetztes Verhalten) zeigen, sehen wir einen allerdings vielfach komplizierten Grundprozeß immer wiederkehren, welcher darin besteht, daß eine Störung erfolgt ist in dem oft erwähnten dynamischen Gleichgewichte des vitalen Systems, woran sich weitere Änderungen schließen, die letzteres in sein altes oder in ein neues Gleichgewicht überführen oder überhaupt untergehen lassen. Einzelne Teilfunktionen finden wir dabei nicht bloß in einer Mehrheit, sondern stets auch in verschiedenen anderen Reihen. Während des Lebens treten neue Kombinationen auf. Der Differenzierungsgrad der Vitalreihen und damit die Individualisierung und Kanalisierung der Reaktionsketten hängt vom Vermögen des organischen Systems ab, diffuses Verhalten zu dämpfen. Andererseits sind alle wichtigen Vitalreihen Kerne von Persönlichkeitsbildung und Ichhaltung. Grundlegende Unterschiede der Organisation betreffen die psychophysische Kompliziertheit, resp. die Zahl, Feinheit und Mannigfaltigkeit jener Gleichgewichtselemente, sowie die Verwicklung und Differenzierung, sowie endlich ihren Einfluß auf die Person. Pawlow erklärt das ganze Leben, von den einfachsten bis zu den kompliziertesten Organismen, eingeschlossen den Menschen, als eine lange Reihe von stets, bis zum höchsten Punkte, verwickelter werdenden Fällen der Herstellung des Gleichgewichtes mit der Außenwelt. Avenarius bezieht den biologischen Sinn des Gehirnlebens auf Änderungen, die „Bedrohungen" des Bestandes nervöser Teilsysteme bedeuten, und auf weitere Änderungen, zu denen das System dann übergeht, im günstigen Falle mit dem Erfolg, sich dem Reizmoment (dem „Angriff") gegenüber zu behaupten, sich zu erhalten. Die Entfernung vom dynamischen Gleichgewichte, mit welcher als Anfangsglied jede „Vitalreihe", wie wir ein Reihengeschehen nach obigen Mustern mit Avenarius nennen wollen, heisse Vitaldifferenz, deren Ausgleich, durch die Mittelglieder der Reihe, Aufhebung der Vitaldifferenz. Eine vollständige Vitalreihe führt, wie gesagt, das organische System ins art- und individualgemäße dynamische Gleichgewicht zurück, unvollständige Vitalreihen hinterlassen das System im allonomen Gleichgewicht mit geänderter „Wertigkeit" (Arbeitsbereitschaft). Eingeschätzt werden kann die Höhe der Vitalreihe nach der adaptativen Bedeutung. Gerade die höheren und höchsten Reihen haben Begleiter im Bewußtsein. Das Eingreifen anderer Teilsysteme, nach dem zuerst in Aktion getretenen, die persönliche Seite, darf man auffassen als Mitwirkung an der Aufhebung einer Vitaldifferenz im ersterregten System. In anderen Fällen kann die im zweiten Teilsystem erzeugte Änderung die Setzung einer neuen Vitaldifferenz bezeichnen oder endlich die Aufhebung eines dort bereits bestehenden. Dieselbe Änderung, welche in einem Teilsystem eine Vitaldifferenz aufhebt, kann in einem anderen eine erwecken. Sind die „Hilfssysteme" zugleich im Dienst ihrer eigenen Behauptung tätig, besteht gegenseitig Vitaldifferenzaufhebung. Wie schon

erwähnt, (vgl. o. S. 51), kann man, nach Avenarius, dieses Hilfsverhältnis zahlreicher Teilsysteme eines Systems C (Zentralnervensystem) als die unumgängliche Bedingung betrachten für die Erhaltung des Gesamtsystems in einer Umgebung, welche beständig Gleichgewichtsstörungen hervorruft. Von dem prompten Ineinandergreifen der Teile hängt der optimale Zustand des Ganzen ab. Die oben angeführten Beispiele haben gezeigt, daß die menschlichen Ausdrucksmittel im Zentralnervensystem anderer Individuen analoge Erscheinungen bewirken können, wie bei der Person, welche die Ausdrucksmittel hervorgebracht hat (vgl. o. S. 381). „Die Gesamtheit der menschlichen Gehirne bildet dadurch ein einziges riesenhaftes nervöses System"[1]. Hier, wie in der unendlichen Mannigfaltigkeit der Gestaltungen individueller Vitalreihen, ist immer wieder die einfache biologische Grundform desselben zu erkennen.

In jeder Vitalreihe unterscheidet Avenarius, der (im Gegensatz zu unserer Darstellung) Ernährung und Reiz als gegensätzlich hinstellt, die Ernährungs- und die Arbeitsschwankung. Wir setzen dafür nach dem Vorausgehenden (vgl. S. 98, 114) Entwicklungsarbeit und Kinetogenese. Beide sind, wie wir gesehen haben, während der ganzen Individualitätsphase einander zugeordnet, was in den Vitalreihen zum Ausdruck kommen muß (vgl. S. 5, 8). Die individuelle Ontogenese ist selbst eine Vitalreihe. Während des ganzen Lebens hört die organische Entwicklung nicht auf. Stellen wir uns grundsätzlich auf den Standpunkt der Abhängigkeit des Psychischen vom Zentralnervensystem, müssen wir auch ein gestaltliches und funktionelles Fortschreiten des letzteren, ein „Lernen" des Bewußtseinsorgans mit dem unleugbar fortwährenden geistigen Entwicklungsprozeß des Individuums annehmen.

Es braucht kaum betont zu werden, daß das Zentrum C nicht etwa zu der falschen Vorstellung zurückführt, daß der Phänotypus, einer Maschine gleich, immer nur aus einem Punkt den Anlaß zu vitaler Tätigkeit empfängt. Der Strom des Lebens ergießt sich im metazoischen Organismus nicht immer wieder aus einer ein für allemal bestimmten Stelle des Körpers: die Teile sind selbst Quellen des Lebensprozesses. Alle Partialsysteme sind für sich Mittelpunkte lebendigen Geschehens. Wir erweitern das besonders auch in der Klinik so wichtige lokalisatorische Moment bloß auf die Vitalreihen, die in Form genotypisch angelegter, durch die Lebenslage modifizierter, bestimmt gestalteter und gekoppelter Reflexketten, „bedingter Reflexe", Triebhandlungen und Gewohnheiten, als „einsichtiges" Verhalten in verschiedener Komplexion sich abheben. Was die Individualität der Vitalreihen aus der diffusen Reaktion tiefstehender Organismen herausdifferenziert, ist, wie erwähnt, die hierarchische Zentralisierung im allgemeinen. Petzoldt vergleicht die Ausbreitung der Schwankungen in den Vitalreihen dem Fortschreiten der Wasserwellen, welches durch Änderungen, die an irgendeiner Stelle entstehen und von da aus wiederum Kreise ziehen, zur Ruhe kommen, um dann von neuen andersartigen abgelöst zu werden. Bestimmte Nervengebilde, die untereinander in Hierarchie stehen, sind die bevorzugtesten Stellen, sind Durchgangspunkte aller (der meisten) Vitalreihen. Daher die Bedeutung von C. Entwicklung erfolgt bei den höheren Organismen, zumal beim Menschen, nicht bloß vom Medium aus. Die Aktivität des Menschen, die in den höchsten Vitalreihen steckt, bringt ihn an die Umgebung heran, ändert die Reaktionstypen, befreit ihn — wenigstens vorübergehend — vom Automatismus, modifiziert die Umwelt.

[1] J. Petzoldt: l. c.

Das Zustandekommen der positiven und negativen Reaktion wurde bereits früher (vgl. S. 51) aus dem Begriff des organischen Systems im Sinne von Avenarius schematisch abgeleitet. Einige weitere formelle Anwendungen der Vitalreihe, die sich bei Avenarius und Petzoldt finden, verdienen in der Biologie ebenfalls Beachtung. In den Reihen mit psychischen Begleitern werden mehrere „Charaktere", vor allem „affektive", angenommen. Der „Affektional", der wenigstens im Bereich des (reflektierenden) Bewußtseins bloß eine Seite, kein Teil ist (anders verhält es sich mit den Gefühlsempfindungen, vgl. o. S. 387), wird, und zwar das Unlustgefühl auf die zunehmende, die Lust auf die abnehmende vitale Schwankung bezogen. Die einzelnen Teilsysteme von C, eventuell auch nur einzelne Gruppen, erreichen deshalb eine bevorzugte Ausbildung (Bahnung), weil sie häufig beansprucht (geübt) werden. Umgekehrt verlangen die so bevorzugten Teilsysteme die gewohnte Beanspruchnahme, die prompt erfolgende Ernährungsschwankung muß immer auch aufs neue aufgehoben werden. Unterbleiben der Arbeitsschwankung erzeugt zunächst Betätigungsdrang, Ungeduld u. dgl. Als Trieb sollen einfachste affektive Reihen gelten, die physisch als erhebliche Vitaldifferenzen auftreten, gefolgt von auf motorische und mit diesen eng verbundene sensible Teilsysteme übergreifenden Schwankungen, und die psychisch in Unlustgefühlen bestehen. Ursprünglich weisen diese affektiven Reihen im Bewußtsein noch nicht hin auf schließlich die Unlust beseitigende Erfolge der ausgelösten Bewegungen oder gar auf Ziel- und Zweckgedanken („Blindheit" des Triebes). Die Wiederaufnahme der gewohnten Tätigkeit durch Übung bevorzugter Systeme ist wiederum von Lustgefühl begleitet. Jedes Überschreiten des für die bloße Aufhebung der mit der Ernährungsschwankung verbundenen Vitaldifferenz ausreichenden Arbeitsmaßes erzeugt dann aber eine absteigende Vitaldifferenz und wiederum Unlust. Bei vorhandener Entwicklungsfähigkeit paßt sich das System auch an ein (wiederholtes) Überschreiten der gewohnten Arbeitsgröße an (neues dynamisches Gleichgewicht, Einstellung auf „den zweiten Wind", funktionelle Hypertrophie), wobei nunmehr auch eine entsprechend größere Arbeitsschwankung mit Lust verbunden ist usw. Alles Verlangen, Sehnen, Wünschen würde aus derselben Wurzel hervorgehen. Ebenso soll die Beschränkung des Tätigkeitsmaßes zunächst Unlust erwecken, in Folge anderer Einstellung des dynamischen Gleichgewichts wird aber auch die Ernährungsschwankung geringer und damit stellt sich die frühere Befriedigung auch bei verringerter Arbeitsleistung ein. Hinsichtlich der Lust und Unlust sind beide Fälle gleichwertig, das Eintreten der einen oder andern ist bestimmt durch die Entfernung von der augenblicklich individualgemäßen optimalen Einstellung des dynamischen Gleichgewichts. Natürlich sind Lust- und Unlustgefühl keine direkten Bestimmungsgrößen für Handlungen, noch handeln wir infolge erstrebter Lust, die äußere Handlung entspricht ausschließlich den Prozessen im nervösen Apparat des Bewußtseins: Das System C geht, nach Maßgabe des dynamischen Gleichgewichts, von der Ernährungs- zur Arbeitsschwankung über und umgekehrt, vermöge der in seiner Organisation gegebenen Fähigkeit, Vitaldifferenzen durch entgegengesetzte, sie aufhebende, zu beantworten. Aus allem würde hervorgehen, daß der Affektional etwas hervorragend Persönliches bedeutet. Dafür spricht auch die Ausbreitung auf motorische und sekretorische Apparate.

Alle Regelmäßigkeiten psychischer Phänomene müssen, wie die Vitalreihen und die Ketten von solchen überhaupt, in biologischen Prozessen, deren Abhängige sie

sind, in der Organisation gesucht werden. Leib und Seele werden ein unzerreißbares Erfahrungsganzes. Da fragt es sich nur, ob dem psycho-physischen Verhalten eine entsprechende Mannigfaltigkeit des Zentralnervensystems gegenübersteht? Die Verwicklung der psychischen Phänomene muß eine annähernd gleich reiche Gliederung und Hierarchie auf biologischer Seite entsprechen[1]).

Die gegenüber der paläozephalischen nächsthöhere Komplexion im Verhalten und dem parallel in der Zerebration haben wir (vgl. o. S. 386) auf einen bestimmten Abschnitt des Neencephalons, der Hirnrinde, bezogen. Die Überordnung eines neuen zerebralen Zentrums bekundet sich stets, wie wir ja schon gesehen haben, in der Sublimierung der Rezeptionen und der Inbeziehungsetzungen (die Motus und Praxien unterscheiden sich viel weniger, das motorische Neuron bleibt gemeinsame Strecke), sowie in Hemmungen. Wenn nur das Urhirn vorhanden wäre, würden wir, sagt Edinger mit Recht, nichts von unsern Empfindungen oder Bewegungen erfahren (ich erinnere an den enthaupteten Frosch, der sich ohne Gegenreaktion sieden läßt). Die Reizsummation erhöht das Neencephalon zur Assoziation. Mit dem Auftreten des Neuhirns ändert sich demgemäß das Verhalten der Tiere durchaus. Gestützt auf neue anatomische Apparate treten ganz neue Funktionen ein. Die Experimente an Fröschen, Reptilien und Vögeln haben Sicheres über die Leistung des Neencephalons nicht gelehrt. Ergiebiger ist die Beobachtung normaler Tiere gewesen. Wo die Hirnrinde sich überhaupt deutlich gestaltet, treten nach Edinger zum erstenmal Assoziationen mehrerer Eindrücke auf, die ein bestimmtes Handeln vermitteln. Schon dies beweist, daß der Cortex derjenige Teil des Gehirns ist, von dessen Leistungen die psychischen Erscheinungen abhängige Variable darstellen. Der hier in Betracht kommende Teil des Neencephalons, speziell der Säuger, ist kein funktionell einheitliches Organ; es ist vielmehr ein Aggregat einer Anzahl von Teilen mit verschiedenem anatomischen Bau und verschiedener Funktion. Die schon oft erwähnte Ursache der sich gegenseitig nicht eindeutig bestimmenden psychischen Phänomene liegt in gleichfalls relativ unabhängigen Vorgängen, bezw. in besonderen Leistungen gegeneinander abgegrenzter Teilsysteme der Großhirnrinde, denen allen eine spezifische Energie im Sinne E. Herings[2]) zukommt, mit welcher die Reize beantwortet werden. Jedes dieser Teilsysteme führt, gewissermaßen auch ein Individuum, zunächst ein Eigenleben und vermag zu den endogen bedingten chemisch-physikalischen Vorgängen anderweitige durch den Reiz angeregte Komponenten hinzuzufügen, wobei die Resultante in die Richtung des dynamischen Gleichgewichtes fallen muß. Der von einem solchen ersten etwa auf ein zweites, irgendwie verknüpftes Teilsystem übertragene spezifische Vorgang (die ablaufende Vitalreihe) wird nicht im Verhältnis eindeutiger Abhängigkeit von jenem stehen. Gerade das Fehlen der Eindeutigkeit des rein psychologischen Zusammenhangs bestimmt aber anderseits nach Petzoldt wiederum die Möglichkeit der „Einheit des Bewußtseins", welche die Möglichkeit einer Verknüpfbarkeit jeder Komponente mit jeder anderen voraussetzt.

Die gesamten rezeptorischen Bahnen aus dem Körper endigen in ventralen Thalamusgebieten. Früh wachsen von benachbarten Thalamuskernen Fasern zur hinteren Zentralwindung und zu den ihr an der Medianseite des Gehirns

[1]) Vgl. Petzold: Einführung, l. c.
[2]) E. Hering: Lotos, N. F., Bd. 5. 1884.

anliegenden Cortexteilen. Umgekehrt gehen von da auch Bahnen nach dem Thalamus. In diesen Verbindungen der paläencephalen Endapparate der Rezeptionen muß, nach Edinger, der Rezeptionsanteil aus den Bewegungsapparaten, diejenigen des Tast- und Temperatursinns überwiegen. Ausfall der betreffenden Rindengebiete bewirkt das Unvermögen, Lage und Stellung der Gliedmaßen richtig zu halten, feinere, erlernte Bewegungen auszuführen usw. Die hintere Zentralwindung enthält auch die seit den Anfängen der Individualitätsphase abgelagerten Erinnerungsspuren der einmal ausgeführten Bewegungen, daher die Fähigkeit zu komplizierten Bewegungen. Von der mit der hinteren engverbundenen vorderen Zentralwindung kommen koordinierte Bewegungen zustande Die Anthropoiden und der Mensch besitzen in diesem motorischen Gyrus Reizpunkte für fast jede einzelne koordinierte Bewegungsweise von Arm, Hand, Bein, Fuß. Auch corticale Hemmungen sind nachgewiesen sowohl von in der Rinde erregten, als von tiefer erzeugten Bewegungen (Erschlaffen der Antagonisten). Zu den Primärsinneszentren kommen die Assoziationsfelder Flechsigs im Stirn-, Scheitel- und Schläfelappen, die nicht mit dem Paläencephalon, wohl aber z. B. mit dem Kleinhirn, und mit vielen anderen, eventuell entfernten Teilen durch Fasern verbunden sind. Das Experiment und die Klinik beweisen, daß gerade diese Assoziationsfelder die Unterlage besonders wichtiger psychischer Erscheinungen bilden. Die Fasern derselben erhalten ihr Mark erst während der Jugend, ja es ist nach den maßgebendsten Untersuchern höchstwahrscheinlich, „daß sie sich zeitlebens mit Nervenfasern immer mehr anreichern".

Das Pawlowexperiment setzt uns in den Stand, auf diesen Teil des Cortex zwei Grundmechanismen zu beziehen, einen solchen von Analysatoren des Reizkomplexes (Sinnesapparate) und den einer zeitweiligen und veränderlichen Schließung der Leitungsbahnen zwischen den Erscheinungen der Außenwelt und den Reaktionen des Organismus auf diese (vgl. o. S. 285). Eine solche zeitweilige Verbindung bietet dem Organismus nahe und entfernte Signale, z. B. von Nahrungsstoffen, welche zu positiver Reaktion veranlassen und die Vereinigung herbeiführen. Es gibt nur eine — sensorimotorische — Assoziation. Die Wiederholung desselben Reaktionskomplexes im Sinne von Baldwin[1]), keine Ähnlichkeit der äußeren Dinge entscheidet, also zuletzt wiederum die Organisation: die Muskelbewegung (die individuelle effektorische Leistung als Ganzes) wird zum Mittel für die Erinnerung. Dieser rein assoziative Verknüpfungsmodus trägt noch das Gepräge des Automatischen, man kann auf die Speichelsekretion bedingte Reflexe bilden, so viel man will und man kann, was man nur will, nach Pawlow zum bedingten Reflex machen. Doch bricht gerade der temporäre und variable Charakter der erwähnten individuell erworbenen Verbindungen die Gewohnheiten. Zwischen den verschiedenen bedingten Reflexen besteht nach Pawlow ein unaufhörlicher Kampf, die Reflexe werden gehemmt, enthemmt usw. Die Klinik zeigt, daß in diesem Teil des Neencephalons der Apparat gegeben ist für Gnosien und Praxien, sowie für die Assoziationen. Die hier einschlägigen pathologischen Störungen (optische Agnosie, Sprachlosigkeit usw.) sind (vgl. S. 328) schon genannt. Höchst bemerkenswert ist, daß die Agnosien völlig für sich bestehen, bezw. von unserer Intelligenz völlig unabhängig verlaufen. Die Gnosien gehen in Praxien aus. Die daran geknüpften Krankheits-

[1]) J. M. Baldwin: Entwicklung des Geistes. Berlin 1898.

zustände sind die Apraxien (vgl. S. 328): Apraxie der Sprache, gliedkinetische Apraxie. Apraxien können die Intelligenz viel schwerer beeinträchtigt erscheinen lassen, als sie es ist. Notwendig scheint noch der Hinweis auf die Wichtigkeit der linken Hemisphäre für die Praxien.

Den neencephalischen Apparat der Gnosien und Praxien hat man mit der zeitweiligen Telephonverbindung durch eine Zentralstation verglichen. Dadurch wird zwar die Verbindung eine bedingte (es hat gewisse Schwierigkeiten, verbunden zu werden), es ist aber damit eine große Breite der Verbindungsmöglichkeiten gegeben. Die auf diese Weise bewerkstelligte vorübergehende und veränderliche Schließung der Leitungsbahnen zwischen den Erscheinungen der Außenwelt und den Reaktionen des Organismus im Sinne von Pawlow dient jeweils der Gleichgewichtsherstellung zwischen den inneren Kräften des Systems und den äußeren des umgebenden Mediums. In unserer ganzen Darstellung haben wir aber daran festgehalten, daß alle Gleichgewichtselemente zuletzt nur der Entwicklung dienen, wir haben überall Entwicklungs- an die Stelle der Erhaltungsarbeit gesetzt. Eine nur vorwärts gerichtete Entwicklung, wie sie in der genotypischen Konstitution gegebenen Ansätze zusammen mit der Lebenslage ins Werk setzen, konnten wir in Analogie bringen mit einer eigenartigen, am Substrat festhaftenden, resp. als freie Enzyme abgestoßenen und vorrätig gehaltenen Kombination von dauernd oder periodisch wirksamen Fermenten im Idioplasma. Schon einfachere Fermentkombinationen der organischen Chemie vollziehen Synthesen in einer bestimmten Reihenfolge mit typischem Schlußergebnis. An einer früheren Stelle dieses Buches ist z. B. das vermutlich aus drei Enzymen bestehende Emulsin und die Glucosid-(Amygdalin-)Synthese angeführt worden. Da haben wir also schon Vorgänge, die sich in der Zeit gegenseitig beeinflussen, Verknüpfungen zwischen Vergangenem und Zukünftigem. In einem gewissen prägnanten Sinn könnten wir sagen, daß das Folgende auf das Vorhergehende wirkt, wir sehen eine Kurve sich selbst zeichnen. Im Phänotypus, in welchem die Entwicklung nie aufhört, bedürfen die Teilnehmer der vergleichsweise erwähnten Telephonverbindung einer Zentrale, welche neben jener Gleichgewichtsherstellung zwischen inneren und äußeren Vorgängen auch die Regulation der Aufeinanderfolge des Geschehens während der Individualitätsphase versieht, indem sie die erwähnten im Raumzeitgebiet sich auseinander legenden Gleichgewichtselemente gewissermaßen zu einer einzigen Dimension zusammenzieht, immer zugleich die ganze Vergangenheit des Individuums in sich einschließend. Der Vergleich ließe sich leicht fortspinnen. Man könnte etwa im Cortex des Stirnlappens ein nach Art der „sympathischen" Uhren geschaltetes System sehen, worin jeder Fall von Gleichgewichtsherstellung einem Ausschlag der Unruhe entspräche, die bekanntlich ebensowohl für Hemmung wie für Antrieb in Betracht kommt. Die bei den (hier nicht durchgängig periodischen) Schwingungen der Unruhe verlorengehende Energie (der starken Spiralfeder, welche durch Aufwicklung in Spannung versetzt ist) wäre durch den Organismus zu ersetzen. Der Gang des Ganzen würde beeinflußt sowohl vom Uhrwerk der Zentrale als von den angeschalteten „Teilnehmern" mit verschiedenen spezifischen Energien. Die Repräsentation des Organismus in einem Bewußtseinsorgan solcher Art liefe natürlich sozusagen nur nebenbei auf eine psychische Begleitung wie Bewußtsein hinaus. Das Geistige wäre (etwa wie es Bergson denkt) auf eine bestimmte Aufeinanderfolge von Mannigfaltigkeiten in der Dauer, auf die Kondensation des vieldimensionalen Gegenwartslebens in werdende und wachsende Kontinui-

täten von art- und individualgemäßer Sukzession zurückgeführt. In allen Vitalreihen, welche vom Organ des Bewußtseins zum übrigen Neencephalon führen, geht die eine Ausdehnung immer sofort in ein Neben- und Auseinander („Exteriorität") über. Im Bewußtsein ist ein Akt der Abstraktion nötig, um die sich gegenseitig durchdringenden Teile desselben zu trennen.

Die zentrale Stellung unter den Elementen des Bewußtseins nimmt ursprünglich das Gefühl ein. Auch der Erwachsene kann sich jederzeit Rechenschaft davon geben, daß einer Vielheit von Bewußtseinselementen die Einheit des herrschenden Gefühlszustandes gegenübersteht. Elemente und Komplexe in letzterem lassen sich nicht unterscheiden, jede räumliche Anordnung fehlt, er erfüllt uns vollständig. Alle unterscheidbaren Teile des Bewußtseins zeigen einen gemeinsamen Zusammenhang nach der einen Richtung hin, die andern Bewußtseinselemente erscheinen uns fremder, objektiver als das Gefühl[1]). In ihm wird uns auch gerade das beständige Werden und Fortschreiten als eines das ganze Bewußtsein durchsetzenden Antriebs besonders manifest. Bewußtseinsbestandteile, die, von außen stammend, unserem Gefühlsleben sich nicht assimilieren, bleiben äußerlich und können selbst parasitisch werden. Das affektive Leben weist eine zentripetale und eine zentrifugale Seite auf. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß das „Angenehme" und „Unangenehme" allein das Wesentliche hier nicht erschöpft. Letzteres liegt vielmehr auf den hier in Betracht kommenden Stufen der zentralvenösen Verwicklung in „Tendenzen": Gelüsten, Bedürfnissen, Neigungen, Wünschen, welche sämtlich einen Ausdruck finden in Motus und Praxien[1]). Die höchste Komplexion ist ein Streben, Lust oder Unlust zu fühlen. Dabei ist alle Tendenz nichts mehr als eine Bewegung (eine Bewegungshemmung) in statu nascendi. Jede Tendenz supponiert eine motorische Innervation. An die Gefühle knüpft sich, wie wir sehen werden, das expressive individuelle Verhalten, im Gegensatz zum impressionistischen.

Das Bewußtseinsorgan sublimiert die Rezeptionen zur Apperzeption. Das Erfassen mit Aufmerksamkeit bedeutet ursprünglich (bei Leibniz) nicht bloß das Ordnende im Bewußtsein, sondern gleich auch die Beziehung auf das Ich. Nach Herbart fungieren in der Reflexion Vorstellungsgruppen ebenso als Subjekt wie als Objekt. Ältere festgewurzelte Vorstellungsmassen sind die Subjekte, welche die neu hinzutretenden Vorstellungen beeinflussen, sie sich assimilieren usw. Was sich diesem Anpassungsversuch nicht fügt, wird beseitigt. Man hat an dieser Darstellung erstlich das Fehlen der Spontaneität bemängelt. Wir haben gesehen und werden noch sehen, daß, was hier von Aktivität vorhanden ist, der Organisation zufällt. Zweitens unsere Unbekanntschaft mit der ersten Apperzeption[1]). Aus dem Folgenden wird aber zu ersehen sein, daß Vitalreihen, in denen wichtige körperliche Gefühle eine maßgebende Rolle spielen, in diesem Sinne als Kerne der Persönlichkeitsbildung zu gelten haben. Wundt[2]) versteht unter Apperzeption die Erhebung der Vorstellung in den Blickpunkt des Bewußtseins, die er, zusammen mit der Hemmung anderer disponibler Eindrücke, als primitive innere Willenshandlung auffaßt. Den ganzen Prozeß begleitet ein Tätigkeitsgefühl. Geht dasselbe der Veränderung der Bewußtseinsinhalte voran,

[1]) Vgl. H. Kleinpeter: Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart. Leipzig 1905.
[2]) Vgl Th. Ribot: La Psychologie des Sentiments, 7. Aufl. Paris, Alcon, 1908.
[1]) Vgl. Th. Ziegler: Das Gefühl. Leipzig, Goeschen. 4. Aufl. 1908.
[2]) W. Wundt: Physiol. Psychologie. 6. Aufl. III. 1911. Philosophische Studien VI, VII.

so liegt aktive, zwingt Eindruck oder Erinnerungsbild die Aufmerksamkeit plötzlich ohne jene Vorbereitung, passive Apperzeption vor. Höchst bemerkenswert ist mit Rücksicht auf den von uns eingenommenen Standpunkt, daß bereits Wundt ein Apperzeptionszentrum im Stirnlappen angenommen hat.

Die Rolle des Gefühls bei der Apperzeption, welche schon Wundt berücksichtigt hat, scheint mir vielleicht erst Ziegler vollständig eingeschätzt zu haben: was unser Gefallen (Interesse, kurz unser Gefühl) erregt, dafür zeigen wir Aufmerksamkeit. Gefühl konstituiert zunächst das Bewußtsein, das Gefühl vermittelt (oder verwehrt) der Vorstellung den Eintritt ins Bewußtseinsfeld. Wobei wir gefühlsmäßig stark beteiligt sind, dadurch wird die theoretische Sachlichkeit von Wahrnehmung und Denken gefälscht. Wahrnehmung und Vorstellung sind nicht, wie Ziegler zu glauben scheint, durch Gewohnheit erkaltete Gefühlskomplexe, für das Gefühl entscheidet vielmehr bloß die Reaktionsnähe.

Zum Ich und zum Selbstbewußtsein wurde (vgl. oben S. 405) bereits Stellung genommen. Den naiven Persönlichkeitsglauben, der jeweils die Mannigfaltigkeit nur durch das Einheitsprinzip verstehen will, habe ich auch in der kritischen Form, welche ein physisches und psychisches „Schichten"system annimmt und die Staffelung jeder Schicht (physische und psychische Phänomen, Akte, Dispositionen, Organismus-Ich) als völlig andersartige logische Kategorien hinstellt, methodologisch nicht angenommen[1]. Wie physisch hat die Person auch psychisch eine distributive und kollektive Existenz, auf eine schärfere Abgrenzung beider kommt es an. Daß im Ichbegriff, etwa nach dem Fichteschen Sinne, gewisse Wiedersprüche enthalten sind, wie zuerst Herbart scharf betont hat, muß nach dem Vorstehenden einleuchten. Das vorstellende Ich ist nichts Einheitliches, Einmaliges, es ist als apperzipierendes in verschiedenen Komplexen. Das Ich ist nichts Ursprüngliches, sondern selbst Resultat einer Vitalreihe. Wiederum verweise ich darauf, daß gerade wichtige Gefühle der Ausgangspunkt und entsprechende Ketten von Vitalreihen die Kerne sind. Beständig ist, wie in allen Dingen, auch hier bloß die Form der Beziehung, der ans Bewußtseinsorgan geknüpfte immer wieder ähnlich wierderholte Akt des Zusammenfassens, der sich innerhalb der Kontinuität derselben Organisation, aber weder an beliebig vielen, noch an immer gleichvielen Elementen vollzieht. Das körperliche Gemeingefühl, welches diesen Akt begleitet, haben wir ja durch die Bedingung des Eintrittes ins Bewußtseinsfeld (der Apperzeption) kennengelernt.

An dem speziellen Beispiel einer besonders wichtigen Vitalreihe (Hunger) werden wir übrigens sehen, daß das Gefühl des Fehlenden der erste Hinweis ist, daß etwas praktisch höchst Reales außerhalb des Selbst existiert. Wir werden daraus auch entnehmen können, daß das theoretische (d. h. das interesselose) Vorstellungsleben erst etwas Sekundäres darstellt. Ich wiederhole, maßgebend dabei ist die Reaktionsnähe.

Strebungsgefühl (Lipps[2]) stellt sich ein, wenn ein psychisches Geschehen in seinem natürlichen Fortgang einem Hemmnis begegnet. Erfahrungsgemäß erfolgt Bewegung, wenn die Spannung einen gewissen Grad erreicht hat. Wesentlich ist, daß der Reiz von innen kommt. Wir können Wundt und Ziegler beistimmen,

[1] Vgl. hierzu W. Stern: Person und Sache. Leipzig, Barth 1906. Psychologie und Personalismus. Ebenda 1917. Menschliche Persönlichkeit. Ebenda 1918.

[2] Lipps: Fühlen, Wollen, Denken. 2. Aufl. 1907.

daß auch der Wille sich als Affekt (Kraftgefühl) zeigt, der durch seinen Verlauf die eigene Lösung herbeiführt. Eine voluntaristische Theorie in dem Sinne, daß der Wille ein spezifisches seelisches Erlebnis darstelle, welches sich nicht in Empfindungen, Vorstellungen, Gefühle, resp. in Verbindung dieser Elemente auflösen läßt, vermag ich nicht zu finden[1]). Im übrigen wird man sich der Achschen Einteilung einer vollständigen Willensbetätigung in drei Phasen anschließen (Motivation: Art des Zustandekommens des antizipierenden Willensaktes, Willensakt: Absicht, Vorsatz, Willenshandlung, Determination, welche Nachwirkung des Willensaktes den Ablauf des Geschehens im Sinne der Zielvorstellung eindeutig bestimmt, und die Verwirklichung des antizipierten gegenständlichen Inhaltes, der sich innere und äußere Widerstände entgegenstellen), welche in voller Ausbildung allerdings nur bei der inneren (intellektuellen) Willensbetätigung hervortreten. N. Ach unterzieht die Stärke des Willens selbst einer quantitativen Untersuchung. Der Wirkungsgrad des Wollens ist nach ihm zu beurteilen einerseits nach der Determination, i. e. der erwähnten Willensnachwirkung, anderseits nach den Widerständen, welche sich der Determination entgegenstellen. Stellen sich z. B. der Verwirklichung einer Absicht künstlich innere Widerstände, etwa andersartige Gewohnheiten im Vorstellungsverlauf entgegen, kann man die dynamische Seite des Wollens bestimmen. Als Widerstände dienten Ach vorher künstlich gestiftete Assoziationen, deren Stärke von der Zahl der Wiederholungen abhängt; die Widerstände können also beliebig mächtig gemacht werden. Je heftiger sie sind, desto stärker muß auch die Willenskonzentration zu ihrer Überwindung sein.

Mit dem Gefühl hängt auch das Wunschleben zusammen, das gerade unter pathologischen Bedingungen eine besondere Rolle spielt; mit jenem und speziell mit dem Willen zusammengenommen die sogenannten Temperamente.

Vorbildlich für andere nach Entstehung und Ablauf unter normalen und krankhaften Verhältnissen stellt sich in vielfacher Beziehung die Vitalreihe des Hungers dar. Neben der Ontogenese ist sie die älteste und, wie wenige sonst, persönlichkeitsbildenden Charakters. Genetisch und während der ganzen Individualitätsphase bildet das Anfangsglied derselben ein Reflex: das trophische Bedürfnis nach den im Stoffwechsel abhanden gekommenen Nahrungsstoffen und entsprechende Muskelbewegungen. Den Abschluß machen jenes erste Glied hemmende Magen-Darmempfindungen, resp. ein anderes Gefühl: aus der Erneuerung der Gewebsflüssigkeit resultierende „Sattheit". Das Mittelglied (die Mittelglieder) ist in gleichzeitigen „äußeren" Empfindungen und verschiedenen damit zusammenhängenden Funktionen des Neenzephalons gegeben, bzw. es interveniert auch das Bewußtseinsorgan.

Niedere Tiere sitzen in einer Nährlösung und nehmen ihre Nahrungsstoffe osmotisch oder durch bloßes Schlucken auf. Gewisse Infusorien führen wahllos die Nahrung mittels eines Wimperstrudels zum Mund, ziellos jagende andere fassen die völlig gelegentliche lebende Beute, welche sie mit ihren Trichozysten festhalten. Der Mundapparat ermöglicht (chemisch) eine Wahl. Überhaupt erlangen auf der tropistischen Stufe des Lebens die Nahrung zufällig in einem zwangsmäßig (z. B. auf den Lichtreiz hin) zurückgelegten Wege Porthesiaräupchen, Hypochrita. Das Aufsuchen der nährenden Stoffe bei Hymenopteren, besonders das Verhalten der Sphegiden,

[1]) Vgl. demgegenüber N. Ach: Über die Willenstätigkeit und das Denken. 1905.

welche durch einen Stich in die Nervenzentra eine Grille lähmen, sie lebend in ihr Netz schleifen und als Nährboden ihrer Nachkommenschaft verwenden, ist wenig aufgeklärt und fällt ganz aus der Reihe, die uns hier beschäftigt.

Die Physiologie der Wirbeltiere hat bisher den allgemein biologisch und praktisch-ärztlich so wichtigen Hunger nur wenig aufzuklären vermocht. Mit Durst, Atemnot, Ermüdung, sexueller Brunst u. a. wird er unter den „niederen" (warum niederen?) Sinnen zu einer Gruppe der Gemeingefühle gerechnet, welche den Sinnesempfindungen in mancher Beziehung nahe steht, sich aber doch nach Entstehung und Beschaffenheit davon unterscheidet. Psychologisch ist eine Abgrenzung derselben wohl unmöglich. Eher ist sie auf biologischer Grundlage durchführbar, wenn man die entsprechenden psychischen Zustände auf chemische Affizierung des Zentralnervensystems bezieht, gegenüber solchen, welche auf zentripetale nervöse Erregungen hin eintreten. Allerdings muß man, was keine Schwierigkeit hat, hinzufügen, daß die Erfolge der (örtlichen) chemischen Reizung und der zentralen Erregungen zu völlig einheitlichen Komplexen sich verbinden. Enge Arbeitsgemeinschaft muß sich herausbilden speziell zwischen „trophischer", äußerer und Magendarmsensibilität. Wegen der innigen Beziehungen zwischen Stoffwechsel und Temperatur ist bei den Warmblütern die Verknüpfung der Vitalreihe des Hungers mit der Wärmeregulierung eine besonders feste. Psychologisch sind wir gewohnt, Empfindungen zu beziehen auf ein ohne weiteres angebbares Sinnesorgan und uns an örtliche Bestimmtheit und an Zusammenhänge mit äußeren Dingen zu halten. Es gibt aber keinen Ort im Körper, wo Ernährung, Entwicklung (Formbildung) und Wachstum ihren ausschließlichen Sitz im Körper hätten. Allen Geweben und ihrem Zusammenhang sind diese Vorgangsketten eigen.

Mit Lotze[1]) müssen wir annehmen, daß jeder Erregungsprozeß in mannigfach abgestuften Graden und wechselnder Form von körperlichen Gefühlen begleitet wird, und erblicken darin das Grundelement des psychischen Lebens. In je größerer Reaktionsnähe der auslösende Faktor sich befindet, desto intensiver ist in der Regel das entsprechende Gefühl. Speziell das Hungergefühl ist geknüpft an den Reiz, welchen das Fehlen gewisser Stoffe (speziell der Tätigkeitssubstanzen in den Organsystemen) mit den Schwankungen des dynamischen Gleichgewichts im Ernährungsprozeß hervorbringt. Sinnesapparate sind überhaupt nur Analysatoren von Reizkomplexen, ein chemischer Analysator aber ist jede differente Zelle auf Grund der Organspezifizität, und ebenfalls ein Analysator ist das Substrat der Art- und Individualeigenheit, vor allem in seinem zugänglichsten Repräsentanten, dem inneren Medium.

Wir haben früher von Tätigkeitsgefühlen und solchen des Erleidens gesprochen. Insofern der Hunger (aus inneren Ursachen) periodisch ist, geht das Gefühl in der Hungerreihe den Veränderungen von Bewußtseinsinhalten, welche als Mittel- und Schlußglieder sich einstellen, voran, ist also aktiv. Verlockt uns, außerhalb der Disponiertheit durch die Periode, ein besonders „appetitlicher" Reiz (Gnosis), ist das Gefühl passiv, führt aber, wie ich hinzuzufügen nicht unterlassen möchte, gerade seinerseits wiederum zur Aktualisierung von Prozessen, und ein Tätigkeitsgefühl folgt jenem „passiven". Das Hungergefühl, mag es noch so viel Strebung enthalten, imponiert uns aber subjektiv immer als „Erleiden".

[1]) H. Lotze: Medizinische Psychologie. 1852.

Man kann von Zellhunger sprechen und von persönlichem. Man darf direkt als Schema des Wirbeltieres ansehen (wiederum eine abstraktiv-neglektive Fiktion), daß das sensori-motorische Teilsystem nach einer Tätigkeitssubstanz verlangt (Glykogen, resp. eine andere chemische Verbindung, welche irgendwie damit zusammenhängt), während der Rest des Gesamtsystems dazu da ist, den Muskeln potentielle Energie zuzuführen. Es soll damit gesagt sein, daß das sensorimotorische System in der Aufteilung von energiehaltigen chemischen Verbindungen, um arbeiten zu können, nicht warten muß, bis die Herstellung des dynamischen Gleichgewichts ermöglicht und bis ihm der Überschuß chemischer Energie nur in gleicher Weise wie allen anderen Teilsystemen zugeführt wird, wobei es also auf die gewohnte Produktion von Glykogen im Organismus überhaupt ankäme, die ihrerseit den Verbrauch der entsprechenden Tätigssubstanz der Muskeln regelte. In Wirklichkeit ist die in jedem Moment mögliche Muskelleistung nicht eine einfache Funktion von der Glykogenreserve im ganzen Körper. Der Muskel arbeitet und die übrigen Gewebe geben ihm Glykogen ab. Die Muskeln machen das von der Leber gespeiste innere Medium arm an Zucker, und die Leber setzt, wenn es irgendwie möglich ist, mehr Glykogen um. Anders ist es allerdings, wo es sich um Dauerarbeit Tag für Tag handelt. Da kommt es auf Entwicklungsarbeit, auf die Herstellung des dynamischen Gleichgewichtes des Zuflusses und des Umsatzes der stofflichen Reserven im gesamten organischen System, also auf die Person an. Tatsächlich können (vgl. oben S. 258) hinsichtlich der muskulösen Kraftquellen z. B. unsere Haustiere bis zum Maximum der Leistungsfähigkeit ihrer Darmoberfläche, also nach einem persönlichen (dem Flächen-) Gesetz, herangezogen werden. Der Zellhunger hingegen macht, wenigstens vorübergehend, den Wirbeltierorganismus zu einem, die Spitze des Ganzen bildenden und scharf sich abhebenden motorischen System, für welches Verdauungs-, Atmungs-, Zirkulations-, Sekretionsapparat bloß Lebensbedingungen sind[1]).

Hunger ist, auf tiefster Lebensstufe, die Unterschiedsempfindung in der innern Oberfläche mit entsprechender Reaktion, auf höherer und höchster das Gefühl der Notwendigkeit, fehlendes Stoffliches heranzuführen[2]). Der Ersatz kommt vom inneren Medium, dem Repräsentanten der Art- und Individualeigenheit. Die durch Verbrauch geänderte chemische Zusammensetzung der Gewebsflüssigkeit wiederum ist ein direkter chemischer Reiz für das Zentralnervensystem. Im Wirbeltierreich finden wir den Hunger beim großhirnlosen Hund und beim neugeborenen Menschen, wo bloß das Paläenzephalon fungiert, es sich also nur um angeborene Reflexe und Reflexketten (Instinkte) handeln kann, die man, in bezug auf den Hunger, passend trophische nennen möchte. Man darf annehmen, daß das hierzugehörige Hauptregulationszentrum im Zwischenhirn liegt. Durch diesen Mechanismus wird die zugeführte Nahrung qualitativ und quantitativ nach dem Ausfall im inneren Medium bestimmt. Im Organismus der höchsten Tiere fehlen auch Verbindungen dieser trophischen Hauptzentra mit dem Stirnlappen nicht.

Gerade das Verhalten bei der Nahrungsaufnahme beweist die Vervollkommung des Handelns infolge des Hinzutretens des Neenzephalons[1]). Die niederen Wirbel-

[1]) Vgl. auch H. Bergson: Schöpferische Entwicklung. Jena 1912.

[2]) Vgl. die im Folgenden vielfach benutzte Arbeit von R. Turro: Physiol. Psychologie des Hungers. Ztschr. f. Sinnesphysiologie. 44. Bd. 1910. 95. 1911.

[1]) Edinger: Tierpsychologie 1908.

tiere, Fische und Batrachier, benehmen sich wie Wirbellose, bloß durch bewegte Körper werden sie zum Zuschnappen veranlaßt, entrinnt die Beute, wird sie nicht verfolgt. Man kann dem Frosch einen Wurm über die Schnauze legen, er frißt erst, wenn das Tier kriecht. Der kriechende Wurm veranlaßt zunächst auf dem Wege des N. opticus, vielleicht auch des N. acusticus eine Drehung des Kopfes. Addiert sich durch Weiterkriechen des Wurmes ein neuer Reiz, treten noch die Rumpfwender in Aktion, der Kopf senkt sich, und wenn der Wurm sich noch weiter bewegt, erfolgt endlich das Zuschnappen. Schon auf dieser tiefen Stufe des Lebens finden wir die höchst suggestive Wirkung der stark gefühlsbetonten Bewegungsempfindung, die beim Menschenkinde eine so große Rolle spielt, gerade auch bei der Persönlichkeitsbildung. Zahlreiche Reptilien zeigen noch ein ähnliches Verhalten. Doch verfolgen bereits Schlangen eine Spur, Schildkröten kommen auf Klopfen zur Fütterung. Bei den Vögeln erlangt das Neenzephalon bereits eine höhere Vollkommenheit, ihr Verhalten wird mannigfaltiger, sie sehen und erkennen gut, scheinen auch feste Erinnerungsbilder zu haben. Sie verfügen über zahlreiche Möglichkeiten der Nahrungssuche. Abtragen der Hirnrinde macht die Vögel sofort wieder paläenzephalisch. Die Fische haben nur Relationen, die Vögel Gnosien und Assoziationen und damit eine andere Art des „Lernens".

Das Neenzephalon schafft durch den Mechanismus des bedingten Reflexes Signale für Nahrungsstoffe, welche qualitativ und quantitativ das Fehlende im organischen System zu ersetzen geeignet sind. Es erweitert die Reaktionsreihe, die entsprechenden Empfindungseindrücke sind deshalb gefühlsfreier. So gliedert sich an das expressive rein gefühlsmäßige das impressionistische und das „theoretische" Verhalten. Das Organ des Bewußtseins fügt speziell Wiedererkennen, Anticipation und Initiative beim Suchen nach jenen Signalen hinzu. Beim sich entwickelnden Wirbeltierorganismus geht die Hungerreihe durch immer höhere Bögen der genannten drei Abschnitte des Zentralnervensystems. Durch den Stoffwechsel wird der Organismus gleichzeitig verschiedener chemischer Verbindungen beraubt. Gerade in den niederen Zentren der trophischen Sensibilität meldet sich das Fehlen jedes einzelnen dieser Stoffe in verschiedener Weise und ruft spezifische zentrifugale Reaktionen hervor, welche dieselben nach Maßgabe des Verbrauchs der Gewebsflüssigkeit zuführen und deren art-(individual-)gemäße Zusammensetzung wieder herzustellen (Durst, Salzhunger, Kalkhunger u. dgl.). Die höheren Zentra scheinen mehr die Gesamtheit der Gefühle zu sammeln (zu kondensieren), welche den Ersatz vieler verschiedener Substanzen zusammengenommen finden. Die Selbstbeobachtung des Menschen läßt die Zusammensetzung der Einzelgefühle nicht kontinuierlich, resp. analytisch verfolgen, wir können im Bewußtsein wenigstens kein elektives Streben feststellen, das unsere Aufmerksamkeit regelmäßig von vornherein auf einzelne gerade erforderliche Hauptkonstituenten unserer Nahrung einstellt, der Hunger wird hier zum allgemeinen Trieb, je höhere Bahnen des Nervensystems in Anspruch genommen werden. Auf dieser höheren Stufe wird die unterschiedliche trophische Sensibilität ersetzt durch die trophische Erfahrung.

Neugeborene Tiere und Menschen haben bestimmte, vom Paläenzephalon kombinierte Reflexbewegungen (Schnüffeln, Saugen, Schlucken, ursprünglich wenig geordnete Motus zum Ergreifen von Nahrung, Aufsperren des Schnabels, Fassen der Zitzen, Picken mit dem Schnabel usw.) auf die Welt gebracht, welche trophischen Reflexe nach

dem von Pawlow experimentell ermittelten Mechanismus des bedingten Reflexes mit Außenweltsvorgängen (Geruchs-, Geschmacks-, Tast-, nachher durch optische Gnosien, sowie deren Erinnerungsbildern) sich in Beziehung setzen. Vom Standpunkte der Persönlichkeitsgenesis können wir überhaupt sagen, daß das Tier durch körperliches Gefühl auf die eigene Individualität und die fremde hingewiesen wird. Die Nötigung der Zufuhr von Nahrungsstoffen besteht vor anderen äußeren Beziehungen. Der Hunger ist einer der Vorbedingungen für den Erwerb und die Unterscheidung äußerer Erfahrung. Das Fehlen von etwas, dessen Ersatz durch Signale in Aussicht gestellt und durch nachfolgende neue (Magen-, Darm- usw.) Gefühle gesichert erscheint, das Ergänzungsbedürfnis stellt das Lebewesen einer zunächst mehr oder weniger gefühlsbetonten, später immer entfernter und theoretischer werdenden Außenwelt gegenüber. Die Signalempfindungen, welche eine korrespondierende Anwesenheit bekunden, die von der trophischen Sensibilität als Abwesenheit angezeigt war, werden zunächst nur mit Rücksicht auf das Hungergefühl ausgenutzt. Reize, die in irgendwelchen zentripetalen Bahnen erzeugt worden sind, werden ja am peripheren Ende derselben wahrgenommen (Gesetz der exzentrischen Lokalisation). Was die Lokalisation außerhalb des Körpers in verschiedener Entfernung betrifft, braucht auf den Streit zwischen Nativismus und Empirismus nicht eingegangen zu werden. Ich habe hier nur jene Erfahrung und Einübung vor Augen, welche der Erwerb der bedingten Reflexe, der Assoziation zwischen trophischem Reflex und den erwähnten Gnosien (Kenntnis der Nahrungsmittel) braucht, sowie mit korrespondierenden Muskelgefühlen. Die Bewegung (Bewegungserinnerung) als Fähigkeit zur Wiederholung der Signale für trophische Wirkung ist das stärkste Argument für die Vorstellung des Äußeren. Angeboren sind diese Assoziationen nicht. Turro weist mit Recht darauf hin, daß das Kücken nicht mit der Intuition der Futterkörner auf die Welt kommt. Der neugeborene Hund saugt an einem Finger ebenso, wie an den Zitzen der Mutter. Jedenfalls ist im eminenten Sinn persönlichkeitsbildend, schon in sehr frühen Stadien des Individuallebens, wesentlich für die Empfindung (das Gefühl) eigener kompakter Raumerfüllung und der Orientiertheit zum Fremden die Erfahrung, daß „äußere“ Dinge den Hunger stillen. Es sind die verknüpften motorischen Prozesse, welche die Verlegung nach außen fordern.

Die trophische Vitalreihe schließt erst ab, bis das Fehlende ersetzt, bzw. das stoffliche Gleichgewicht im inneren Medium quantitativ und qualitativ wieder hergestellt ist. Innere Erfahrung, welche den Nutzen der Nahrung erprobt hat, ist es also auch, wenn wir beim Anblick der Speise wissen, wieviel davon zur Nahrung nötig ist. Es entsteht die Kenntnis davon, daß der Hunger erst verschwindet, bis gewisse Signalempfindungen auftreten (trophische Erfahrung). Ändern sich durchgreifend die Bedingungen des Stoffwechsels, bemerkt der trophische Sinn den Unterschied und es entsteht eine neue trophische Erfahrung und eventuell eine neue Ernährungsweise. An die Assoziation zwischen trophischen Zentren und denen der äußeren Sensibilität knüpft die Intelligenz mit dem Urteil der Identität dessen, was Hunger stillt, und dem, was das Hungergefühl als abwesend anzeigt. Die Kenntnis der Reihenfolge zwischen trophischem Gefühle (Sättigung) und äußeren Empfindungen hat den Trieb zur Folge, letztere zu suchen, bzw. erstere hervorzurufen, wenn die Signale erscheinen. Der Trieb zieht Assoziationen an. Die (nicht angeborene) Lust, welche wir empfinden, wenn die äußeren Signale einer Speise trophische Erinnerungen erwecken, heißt Appe-

tit. Es kann ein neuer Appetit „anerzogen" werden. Das Bleibende darin ist die Befriedigung der trophischen Bedürfnisse durch ein Nahrungsmittel, die veränderliche Komponente sind die sinnlichen Anzeichen, die trophische Erinnerungen weckende, lebhaft vorgestellte Erscheinungsform der Nahrung. Der Appetit ist wunschsteigernd. Wenn Appetit und Wunsch, eine Speise einzuführen, fehlt, bleibt die Speichelsekretion aus, obgleich das Berührungsgefühl das gleiche ist (z. B. beim satten Hund).

Im Vorstehenden ist expressives Gefühlsleben und theoretisches Verhalten auseinandergehalten worden. Es sind nicht zwei Abschnitte des Bewußtseins (Turros Eß- und Denkmensch), in die wir die Persönlichkeit zerreißen wollen. Aber wir finden, im Gegensatz zu denen, welche das theoretische (ohne starke Gefühlsbetätigung an die Außenwelt herantretende) Verhalten voranstellen und diesem ein späteres, mit den Funktionen des vegetativen Lebens verknüpftes Bewußtsein folgen lassen, daß die trophische Sensibilität im Laufe der postfötalen Entwicklung in der Vitalreihe des Hungers als Kern der Persönlichkeitsbildung mehr und mehr psychische und speziell intellektuelle Elemente angliedert und das theoretische Verhalten bereichert. Die Hungerreihe bleibt kein maschinenmäßiger Vorgang, sie reicht ins Bewußtsein und hebt andere Dinge hinein. Die funktionelle Einheit des Bewußtseins, und das ist für unsere Persönlichkeitsauffassung entscheidend, ist aber nichts absolutes, sie ist ein Ergebnis der Organisation, durch welche im Phänotypus eine Arbeitsgemeinschaft sich erst herausbildet zwischen trophischem Gefühl, äußerer und Magendarmsensibilität. Ich fasse also diese Dinge etwas anders als Turro auf.

Das theoretische Verhalten ist nicht einfach so zu erklären, daß das organische System in einer harmonischen Beziehung zu einem größeren (Natur) steht, welche ersteres reagieren macht, wenn letzteres agiert. Allerdings sind die Sinnesapparate Analysatoren. Aber die Gleichgewichtsherstellung zwischen äußeren und inneren Vorgängen erfolgen in komplizierterer Weise, derart, daß aus dem genotypisch veranlagten Bedürfnisse des Organismus Strebungsgefühle verbunden mit Bewegungen hervorgehen. Bedingter Reflex und einsichtiges Verhalten wirken zusammen, daß das Tier aus diesen Bewegungen seine Fähigkeit entdeckt, über „die äußeren Empfindungen" (das impressionistische Verhalten) als angepaßte Mittel zu verfügen, mit denen jene Bedüfnisse gestillt werden können. So gelangen die Empfindungen unter die Herrschaft des Willens, insofern er dieselben unter Bedingungen bringen kann, in welcher erst Orientierung und Motus ganz bestimmte, äußere Unterscheidungen ermöglichen. Die motorische Unterscheidung fanden wir schon früher (vgl. oben S. 372) in jeder konkreten Wahrnehmung, welche stets neben dem Empfindungselement auch muskuläre einschließt. Das psychische Leben wird nicht bloß durch äußere Reize geweckt, der Organismus selbst zeigt vielmehr von sich aus im Zentralnervensystem Bedürfnisse an, welche von innen her zur Analyse der Außenwelt mittels der Sinnesapparate führen. Darin vor allem liegt die organische und die geistige Initiative. Turro stimme ich darin zu, daß die primitive Erkenntnis der Dinge in Voraussicht der Eindrücke besteht, welche sie auf unser Gefühlsleben hervorrufen. Vielleicht der erste Schritt zum einsichtigen Verhalten entspricht vorhandenen Erinnerungen und der Urteilsfolge: trophische Gefühle, äußere Magendarmempfindung.

Die Vitalreihe des Hungers ist natürlich auch rein praktisch eine sehr wichtige. Da wäre zunächst die quantitative Autoregulation trophischer Empfindungen zu nennen. Der Säugling setzt sich selbst die Nahrungsmenge fest, welche der biologische Che-

niker nur auf Grund komplizierter Experimente zu ermitteln vermag. Übersiedelt ein Südafrikaner zu den Eskimo, erwirbt er neue trophische Erfahrungen und ändert seinen Appetit. Wenn der diabetische Mensch, der bekanntlich nach Brot schreit, nur in der Funktion der Zuckerverwertbarkeit in den ersten Etappen des Stoffwechsels geschädigt wäre, könnte sein Hunger auch kein Fehlen von Zucker anzeigen. Was der Organismus überhaupt gar nicht verbraucht, macht seine Abwesenheit nicht an den (niederen) trophischen Zentren geltend. Weil im Diabetes die Dinge in Wirklichkeit anders liegen, gelangt sein Organismus auch nicht zu Autoregulationen, welche darin beständen einen neuen Appetit herzustellen, der den Zucker verabscheut. So muß denn der forschende Arzt diese Regulation ausfindig machen.

Vielleicht noch eindrucksvoller beweist der sexuelle Dimorphismus die persönlichkeitsbildende Rolle der Vitalreihen.

Im Gegensatz hierzu möchte ich nur noch, mit Avenarius und Petzoldt, darauf kurz hinweisen, daß zwei ohne jede Beziehung nebeneinander ablaufende unabhängige Vitalreihen höherer Ordnung psychisch die Zweiteilung des Bewußtseins bedeuten. Einheit des Bewußtseins besagt nur, daß jeweils gerade eine, die ganze (fast die ganze) Persönlichkeit sich nachziehende Vitalreihe im Ablauf ist. In concreto steht jedoch niemals wirklich das ganze Bewußtseinsorgan zur Verfügung. Die Enge des Bewußtseins ist dadurch bedingt, daß in jedem Augenblick immer nur eine unabhängige Vitalreihe höherer Ordnung im Ablauf begriffen sein kann[1]).

L. Differentielle Psychologie[2]) und Organisation.

Wir haben es zu tun mit der Singularität des menschlichen Artexemplars. Man muß sich vor allem dagegen wenden, daß die Naturwissenschaft, welche im Sinne von Windelband und Rickert bloß „nomothetisch" vorgeht, d. h. nur Allgemeingiltiges finden will, kein Interesse habe an „idiographischen" Fragestellungen, die gerade auf das Besondere gerichtet sind. Auch für die Naturwissenschaft ist der Mensch nicht bloß Artexemplar. Das Individuum ist vielmehr sowohl theoretisch wie praktisch ein naturwissenschaftlicher Gegenstand: ich erinnere an die Individualstoffe, an die Individuenverschiedenheiten, an die Individual„potenz" und die Individualauslese (mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft), an Alles überhaupt was wir über die Individuation in diesem Buche vorgetragen haben. Daß der Arzt (die Medizin insgesamt) es mit individuellen Fällen zu tun hat, ist grundsätzlich nie bestritten, allerdings viel zu wenig berücksichtigt worden. Nomothetisches fehlt übrigens durchaus nicht in der differentiellen Anthropologie (welche Bezeichnung ich vorziehen möchte). Es muß doch eine systematische Übersicht über die Varitäten gewonnen werden, um die Einordnung des Einzelnen vornehmen zu können. Naturgesetzlichkeit und Personalismus können sich vertragen.

Maßgebend müssen methodische Gesichtspunkte sein, also die Problemstellung. Das Material sind die persönlichen „Eigenschaften", ihre Variation und die Besonderheit ihres Zusammenhangs in einem bestimmten Individuum. Letztere ist Gegenstand der Anthropographie (des Kanons der Person). Die Eigenschaften sind Zustands- und Vorgangseigenschaften[3]).

[1]) Vgl. M. Dessoir: Das Doppel-Ich, 2. Aufl. Berlin 1896.

[2]) Dieser Terminus ist von W. Stern eingeführt: Differentuelle Psychologie. Leipzig, Barth, 1911.

[3]) W. Ostwald: Wissenschaftliche Grundlagen der analytischen Chemie. 5. Aufl. 1910. Vorlesungen über Naturphilosophie; l. c.

Bei den Vorgängen betonen wir den integrativen Faktor. Den teleologischen Zuge ersetzen wir durch die Gleichgewichtsherstellung zwischen organischem System und äußeren Vorgängen, die Inganghaltung des Lebens durch Einnahmen, Ausgaben und Mitteilung als Sinn der vitalen Akte. Die Reaktionen, welche wir in Betracht ziehen, sind die (Ketten von) Vitalreihen, in welchen die Verschiedenheit zwischen den Individuen am schärfsten hervortritt. Bei den Vitalreihen kann man aber gar nicht unterscheiden zwischen physischen und psychischen solchen. Eine absolute inhaltliche Homogenität derselben (physisch oder psychisch) kommt kaum vor, ich kann nicht einmal die gegensätzlichen Beispiele des Denk- und Verdauungsaktes gelten lassen. Die Beteiligung beider Arten von Phänomenen stört nicht die Einheitlichkeit der auf Gleichgewichtsherstellung und Entwicklung gerichteten Reaktionskombination, welche sich mehr oder weniger die ganze Person nachzieht. Es gibt keine getrennte psychische oder physische Gleichgewichtsherstellung, nur solche des psycho-physischen Individuums. Eine negative Reaktion bezieht sich ebensowohl auf Physisches wie auf Psychisches.

Es fällt vielleicht schwer, uns zu begnügen mit personalen Einzelakten als letzen Elementen unserer Fragestellung, wir haben ein Bedürfnis nach Zustandseigenschaften potentiellen Charakters. Besonders die Psychologie spricht fortwährend von Intelligenz, Charakter, Genie usw.; aber auch in der Biologie und Pathologie spielen die Dispositionen eine immer größere Rolle. Daß für uns psychische Dispositionen nur physische Organisationen sein können, welche dann unter dem Einfluß der Lebenslage mit psychischen Begleiterscheinungen reagieren (reagieren können), ist nach früheren Ausführungen klar. Reduzieren sich auf diese Weise, da wir eine psychische Kausalität nicht anzuerkennen vermögen, alle Zustandseigenschaften auf physische Dispositionen, so kommen hier nur mehr solche phänotypischer und solche genotypischer Natur in Betracht. Erstere betreffend haben wir gesehen, daß sich im organischen Substrat auch desselben Individuums beständig Änderungen der Eigenschaften vollziehen, welche geradezu (als variabler physiologischer Zustand) den vielleicht hervorragendsten Charakterzug der lebendigen Substanz bilden. Diese Veränderungen fallen als freiwillig ablaufende chemische (chemisch-physikalische) Reaktionen selbst wieder unter den Begriff von Vorgangseigenschaften. Es ist eine ziemlich unsichere Abstraktion, von einem Substrat der vitalen Prozesse zu reden, ohne diese darin beständig sich abspielenden Änderungen vollständig zu beherrschen. Chemische Objekte sind in dieser Beziehung weit günstiger. Demgegenüber stände zu erwarten, daß genotypische Zustandseigenschaften, weil vererbbar, viel fixer anzunehmen seien. In dieser Beziehung müssen folgende Einschränkungen berücksichtigt werden. Die genotypische Konstitution ist in der Tat die ganze und verhältnismäßig fixe Reaktionsnorm. Wir haben gehört, daß die genotypischen Elemente (die Gene) durchaus nicht je eine Eigenschaft repräsentieren, es kommt auf ihre Zusammenstellung in der gegebenen Zygote an. Ganz verschiedene durch das Mendelexperiment abtrennbare Faktoren können Art oder Intensität einer Reaktion (eines „Merkmals") beeinflußen (genotypische Konstruktionen, genotypische Modifikationen, Umkehr der Dominanzerscheinung durch gegenseitige Beeinflussung der Gene[1]). Viele Eigenschaften eines Organismus werden immerhin durch selbständige Anlagen

[1] W. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre; l. c.

der betreffenden Gameten bedingt (mitbedingt). Aber es ist nicht a priori zu entscheiden, welche Veränderungen und Verschiebungen in der Reaktionsnorm und damit im Phänotypus (bei gegebener Lebenslage) durch Hinzutreten oder Verlust eines einzigen Gens hervorgerufen werden können. Fragen wir uns ferner, was in Wirklichkeit vererbt wird, lautet die Antwort[1]): nicht Merkmale, sondern eine ganz bestimmte typische (spezifische) Art und Weise der Reaktion auf die Konstellation der Außenbedingungen. Die persönlichen Eigenschaften, auch die Zustandseigenschaften sind bloß ein Resultat dieser Reaktion. Die nicht vererblichen rein äußerlichen Veränderungen unter dem Einfluß der Lebenslage haben wir nach Baur als Modifikationen geführt. Mögen wir also den Phänotypus oder den Genotypus ins Auge fassen, kommen wir immer auf Reaktionen zurück. Sehen wir vom Idioplasma ab, sind alle Zustandseigenschaften gewissermaßen nur Rückstände von solchen. Im Phänotypus halten wir uns an bestimmte Vitalreihen, deren Konfiguration und Koppelung genotypisch angelegt, also ererbt, während der Individualitätsphase modifiziert sind. Aus solchen, der Untersuchung direkt zugängigen Aktionssystemen schließen wir auf Anlagen, die auch das Richtige der älteren psychologischen Vermögenstheorie wieder aufnehmen, indem die höchsten Vitalreihen richtig abgegrenzt werden. In den Anlagen sehen wir Teilbedingungen, welche zusammen mit Reizen die zureichenden Voraussetzungen für den Ablauf eines sensori-motorischen Geschehens in der psycho-physischen Person bilden. Das Einzelindividuum hat seine besondere Art und Weise der Herstellung von Gleichgewichten zwischen Organismus und Umwelt. Gerade mit Rücksicht auf den potentiellen Charakter der disponierenden Teilbedingungen sollte, wie ich wo es angeht, immer verlangt habe, die maximale Arbeit und der ökonomische Koeffizient in den graduellen Merkmalvariationen, sowie die Korrelation der Eigenschaften und ihre Gründe Berücksichtigung finden.

Stern glaubt wohl mit Recht, daß, ebenso wie für die physischen Eigenschaften, auch für die psychischen (besonders die intellektuellen) Vererbung den allergrößten, die Faktoren des äußeren Mediums einen überraschend geringen Einfluß haben. Das scheint auch für die Geisteskrankheiten zu gelten.

Indem die Psychologie die Struktur der Individualität als Forschungsobjekt aufnahm, wurde sie ins praktische Gebiet überführt Wir Mediziner müssen nur Wert darauf legen, daß die Psychographie ein Teil der Anthropographie ist und bleibt, resp. daß bei Berufsberatung usw. nicht einseitig psychistische Dinge den Ausschlag geben.

Die psychologische Entwicklung nach dieser Richtung in kurzer Zeit ist eine erstaunliche. Auch der Mediziner sollte nicht verfehlen, das bei uns in der von Stern und Lipmann herausgegebenen Zeitschrift für angewandte Psychologie Niedergelegte einigermaßen kennen zu lernen. In einem Vortrage stellte kürzlich Stumpf[2]) die Hauptrichtungen dieser Psychologie zusammen: experimentelle Pädagogik, Psychologie der Berufsberatung, Aussage-Psychologie (Stern, Binet), Wirtschaftspsychologie (Münsterberg), Militärpsychologie. Für die Medizin besitzen besonders auch die psychiatrische Psychologie (Ziehen, Kraepelin, Sommer und die Psychoanalyse von

[1]) E. Baur: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre.

[2]) C. Stumpf: Deutsche militärärztliche Zeitschrift 1918, H. 15, 16.

Freud und Bleuler, die Untersuchung und Behandlung der Gehirnbeschädigten, die Beurteilung der funktionellen Kriegsneurosen ein naheliegendes, aber die Bedeutung der Psychologie für uns natürlich lange nicht erschöpfendes Interesse[1]).

Als „Auslese"prinzip kommt hier nur das „Wesentliche" zu seinem Recht. Gewöhnlich wird vor allem die Schärfe der Sinneswahrnehmungen und die Handlungsfähigkeit genannt. Die innere Medizin müßte aber für ihre speziellen Zwecke besonders das Gefühlsleben in den Vordergrund stellen. Mehr darüber im speziellen Teil.

Das Vollpsychogramm faßt nicht bloß bestimmte Eigenschaftsgruppen zusammen, sondern will eine Gesamtcharakteristik bieten, es will, nach Stern, die Eigenart des Individuums in möglichster Mannigfaltigkeit abstecken. Es kann wieder mehr genetisch sein oder mehr die Struktur der Individualität, wie sie ist, besonders bieten. Inbetreff der zu verwendenden Schemata muß auf die einschlägige psychologische Literatur verwiesen werden.

Eine Arbeitsteilung könnte allenfalls in der Weise vorgeschlagen werden, daß, wo es sich darum handelt, einen bestimmten Arbeitsprozeß auf die Erlangung eines gewissen Quantums des Produktes mit möglichst geringer Ermüdungswirkung einzurichten, angewandte Psychologie und Physiologie abwechselnd entscheiden, je nachdem es sich um geistige oder um Muskelermüdung (z. B. bei Schaufelarbeit) handelt. Das scheint mir jedoch weniger wesentlich zu sein, denn solche Trennungen dürften in der Praxis oft schwierig werden. Wichtiger ist folgendes. Der Taylorismus (vgl. oben S. 258) enthält neben der eben erwähnten Teilfrage auch noch die zweite, durch welche Faktoren der Arbeiter dazu gebracht werden könne, in der Zeiteinheit größere Energiemengen aufzuwenden, ohne doch sich subjektiv stärker ermüdet zu fühlen? Geschieht dies durch suggestive Kunstgriffe, O. Lipmann erinnert diesbezüglich z. B. an die Schrittmacher beim Radrennen, bestünde die Gefahr der Ausbeutung des Arbeiters. Die zu Unrecht allein angewendete Psychologie könnte also da irre führen. Das Wesen des Taylorismus trifft dies aber nicht. Gesetzt, ein genialer Biochemiker hätte die Arbeitssubstanz des Muskels gefunden und könnte dadurch die Leistungsfähigkeit steigern, so wäre Alles in Ordnung. Man sieht, ohne Physiologie, resp. ohne Organisation geht es nun einmal nicht. Das ist genau so mit der von den Psychologen jetzt für sich in Anspruch genommenen Sinnespsychologie. Pawlows bedingter Reflex vermag dieselbe von einer Seite her objektiv zu fördern, auf welche die Psychologie von sich aus kaum zu kommen vermocht hätte.

[1]) Münsterberg: Grundzüge der Psychotechnik. Leipzig 1919. Psychologie und Wirtschaftsleben. Leipzig 1912.

W. Stern: l. c. und Angewandte Psychologie. Beiträge zur Psychologie der Aussage. Leipzig 1905. Zeitschr. f. pädagog. Psychol. VII, VIII. Leipzig 1917.

C. Piorkowski: Psychologische Methodologie der wirtschaftlichen Berufseignung. Leipzig 1915.

F. Stern: Gedanken über Heeresorganisation. Als Manuskript gedruckt.

Moede-Piorkowski-Wolff: Berliner Begabtenschulen. Langensalza 1918.

O. Lipmann: Wirtschaftspsychologie und psychologische Berufsberatung. Barth, Leipzig 1918.

M. Ulrich: Die psychologische Analyse der höheren Berufe als Grundlage einer künftigen Berufsberatung. Ztschr. f. angewandte Psychiatrie 13, 1, 2. Schriften zur Psychologie der Berufsberatung und des Wirtschaftslebens. H. 5. 1918.

Schluß.

Ich war in dieser ganzen vorwiegend methodologischen Darstellung bemüht, zu zeigen, daß der phänotypische Begriff Person außerhalb des Gegensatzes zwischen Physischem und Psychischem steht. Er ist nicht bloß ebensowohl ein biologischer, wie er als psychologischer sich darstellt, sondern, ich befinde mich in dieser Beziehung völlig in Übereinstimmung mit W. Stern[1]), der Kern der Persönlichkeitslehre liegt in psycho-physisch neutralen Konstituenten der menschlichen Organisation und in ihren Beziehungen zueinander und zur Umwelt. Der Gegensatz Physisch-Psychisch ist für uns ein sekundärer. Man kann allerdings nicht einfach sagen, und darin weiche ich grundsätzlich von Stern ab, daß das Wesen der Person nur am Gesamtgebilde und in keiner Weise an den Teilsystemen haftet. Die Vitalreihen machen nicht in ihrer Summe die Person aus, sondern die wichtigsten, höchsten Vitalreihen ziehen jeweils die übrigen Teile der Person an sich, die unitas multiplex ist also eine nur speziell biologisch definierbare, die distributive Existenz schließt im Phänotypus die kollektive ein, nicht umgekehrt. Das Individualisierungsprinzip ist ferner eines unter vielen anderen Organisationsprinzipien. Auch ist das Individuum nicht schlechthin indivisibile. Aber so ziemlich alles, was an Merkmalen der Person sich ausfindig machen läßt, ist niemals ausschließlich physisch oder psychisch. Die Organisation verbindet (im mathematisch-funktionalen Sinne) beides. Das Seelenleben ist aus dem persönlichen zu verstehen. Die genotypische Konstitution als das originäre Ganze des Artexemplars unterliegt, für sich, andern und rein biologischen Betrachtungen, weil die geistigen (intellektuellen und moralischen) Merkmale, denen ja körperliche Substrate zugrunde liegen, wie die letzteren vererbt und durch soziale Beeinflussung bloß weitgehend ausgebildet werden[2]).

Meine seit den neunziger Jahren fortgesetzten Anregungen, wir möchten in der inneren Medizin vor der menschlichen Persönlichkeit nicht mehr zurückweichen oder uns an ihr vorbeidrücken, hat bei den Fachgenossen wenig Anklang gefunden, ja ist auf Opposition gestoßen. Den Einen habe ich das Psychische zu wenig berücksichtigt, den Andern bin ich für innermedizinische Fragen zu tief in die Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Seele und Körper eingedrungen. Vielleicht bekehrt die Betonung der Neutralität der Person meine Gegner. Vielleicht wird, wer die Bedeutung des Ganzen, des originären und des phänotypischen, erfaßt hat, nunmehr auch

[1]) W. Stern: Menschliche Persönlichkeit. Leipzig 1918.

[2]) Vgl. K. Pearson: On the inheritance of the mental and moral charakters in man, and its comparison with the inheritance of the physical charakters, Journ. Anthropol. Inst. Great Britain, 35. Bd., 1903.

nicht mehr daran festhalten, daß die Naturwissenschaften, inbegriffen Physiologie und Medizin, ihre wissenschaftlichen Ziele am besten erreichen, wenn sie alles Psychische gänzlich ausschließen. Ich weiß sehr wohl, daß, um mit H. Cornelius[1]) zu sprechen, uns keine Erfahrung hindert, theoretisch die Gesamtheit der uns umgebenden Organismen als rein automatische Maschinen aufzufassen, mit deren Bewegungen keinerlei psychisches Leben verbunden ist und in deren Mitte unser Ich als das einzige Bewußtseinsleben übrig bleibt. In diesem Sinne (theoretisch) sind vielleicht die meisten meiner Fachkollegen Solipsisten. Sie können sich allenfalls berufen auf die uns nächststehende Anthropologie. Auch letztere befaßt sich gegenwärtig nur mit der Physis der Hominiden, die Person bleibt unberücksichtigt. Die moderne Anthropologie[2]) untersucht die innerhalb dieser Gruppe vorkommenden ausgestorbenen und rezenten Formen hinsichtlich ihrer rein körperlichen Eigenschaften. Der Begriff der Anthropologie hat allerdings im Laufe der Zeit bereits gründliche Wandlungen durchgemacht. Die Philosophen (z. B. die der Renaissance und noch Kant und Fichte) verstanden darunter vor allem psychologische Themata, die Medizin wiederum vielfach bloß deskriptive Anatomie. Allerdings bedeutet auch gegenwärtig Anthropologie für Viele noch im weiteren Sinne (neben Erforschungen des Physischen des Menschen) die Gesamtäußerungen der sogenannten Völkerseele. Da die physische Anthropologie schon im engeren Sinn eine umfängliche Gruppenwissenschaft ist, mögen, wo der Forscher sein Arbeitsgebiet willkürlich abgrenzen kann, ökonomische Gründe eine Beschränkung auf das Somatische rechtfertigen. Aber wir Ärzte sind Praktiker. Für uns besteht die Ungeheuerlichkeit der solipsistischen Anschauung nicht bloß in der Fremdartigkeit, welcher hierdurch die gesamte belebte Welt verfällt. Wir haben als Personen in Beziehung zu treten zu kranken Personen nicht bloß zu krankhaften Erscheinungen. Ja, wir treiben seit Paracelsus(!) sogar Psychotherapie, vielfach allerdings etwa so, wie man einen Hund streichelt, oder so, daß man sich als Sekt gebärdet für die armen Sensitiven. Es gibt eine Psychologie ohne (substantielle) Psyche, aber keine Psychotechnik, d. h. keine praktische Einwirkung von Mensch auf Mensch, ohne Psychognostik[3]).

[1]) H. Cornelius: Einleitung in die Philosophie. Leipzig, Teubner, 1903.
[2]) Vgl. R. Martin: Lehrbuch der Anthropologie. Jena, Fischer, 1914.
[3]) Beide Terminen haben Münsterberg und Stern, l. c., eingeführt.



Buchdruckerei Richard Hahn (H. Otto) in Leipzig.



